

ORTHOSTATISCHE, ERGOMETRISCHE
UND TELEMETRISCHE
UNTERSUCHUNGEN VOR UND NACH
EINEM DREIWÖCHIGEN
KURPROGRAMM IM THERMALBAD
BIRNBACH/NIEDERBAYERN

Johannes Georg Frank

*Das
München
1906*



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554630_0009

Aus dem Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie

der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. H. Drexel

ORTHOSTATISCHE, ERGOMETRISCHE UND TELEMETRISCHE
UNTERSUCHUNGEN VOR UND NACH EINEM DREIWÖCHIGEN
KURPROGRAMM IM THERMALBAD BIRNBACH/NIEDERBAYERN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

an der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Johannes Georg Frank

aus München

1985

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät

der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. W. Schnizer

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. H. Drexel

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 16.01.1986

INHALTSVERZEICHNIS

I.	Einleitung und Problemstellung	1
II.	Literaturübersicht	3
III.	Methodik	4
1.	Kurprogramm - Grundlagen und Aufbau	4
2.	Zusammensetzung des Patientenguts	8
3.	Durchführung der Versuche	8
3.1.	Orthostasetest nach Schellong	9
3.2.	Kreislaufbelastungstest mittels Fahrradergometrie	10
3.3.	Herzfrequenzprofilermittlung beim Schwimmen mittels Telemetrie	12
4.	Statistik	15
IV.	Ergebnisse	16
1.	Darstellung der Ergebnisse des Schellongtests	16
1.1.	Verhalten der Herzfrequenz	16
1.1.1.	Gesamtkollektiv	16
1.1.2.	Frauen	21
1.1.3.	Männer	25
1.2.	Verhalten des systolischen und diastolischen Blutdrucks	28
1.2.1.	Gesamtkollektiv	28
1.2.2.	Frauen	31
1.2.3.	Männer	34
2.	Darstellung der Ergebnisse der Fahrradergometrie	37
2.1.	Verhalten der Herzfrequenz	37
2.1.1.	Gesamtkollektiv	
2.1.2.	Frauen	41
2.1.3.	Männer	43
2.2.	Systolischer und diastolischer Blutdruck während der Fahrradergometrie	46
2.2.1.	Gesamtkollektiv	46
2.2.2.	Frauen	49
2.2.3.	Männer	51
2.3.	Extrasystolen während der Fahrradergometrie	53

3.	Ergebnisse der Herzfrequenzprofilermittlung beim Schwimmen mittels Telemetrie	54
3.1.	Gesamtkollektiv	54
3.2.	Frauen	58
3.3.	Männer	62
3.4.	Extrasystolen während des Schwimmens	65
V.	Diskussion	66
1.	Ruhewerte	66
2.	Belastungswerte	67
3.	Extrasystolen	70
4.	Kritische Betrachtung der Untersuchung	71
VI.	Zusammenfassung	74
VII.	Literatur	75

I. Einleitung und Problemstellung

Immer mehr gehen die Kurorte dazu über, ihren Kurgästen nicht nur passive Therapien anzubieten, sondern sie zu eigener Aktivität anzuregen. Auf diese Weise wird das Gefühl vermittelt, selbst einen Teil zum Genesungsprozess beizutragen und eventuell der Anreiz gegeben, auch nach der Kur diese Aktivität wie Gymnastik, Laufen, Schwimmen etc. im Sinne einer Gesundheitsvorsorge beizubehalten. Entsprechend diesem Gedanken bietet das Thermalbad Birnbach/Niedersachsen ein Kurprogramm an, das speziell auf Prävention und Rehabilitation von Wirbelsäulenbeschwerden abzielt. Dieses Programm basiert auf einem Gutachten von SCHNIZER (1) und der von ihm sogenannten "Autofahrerkur", die besonders auf Beschwerden des Haltungs- und Bewegungsapparates, hervorgerufen durch die meist ungesunde Sitzposition des Autofahrers, ausgerichtet ist. Neben den obligatorischen passiven Anwendungen wird hier besonderer Wert auf Aktivität in Form gymnastischer Übungen aber auch von Terrainkuren und Fahrradtouren im Sinne einer Kreislaufanregung gelegt.

In Abwandlung auf die Bedürfnisse aller Patienten mit Beschwerden von Seiten der Wirbelsäule wurde dieses Programm etwas umgestaltet, so daß es jedem Kurgast mit diesem Beschwerdekomplesx möglich ist, daran teilzunehmen.

Meine Aufgabe war es, im Rahmen einer eingehenden Untersuchung an 20 Patienten, die jeweils während einer dreiwöchigen Kur an demselben Programm teilnahmen, festzustellen, welche Einflüsse auf ihre Herz- und Kreislaufverhältnisse nach diesem Zeitraum zu registrieren waren. Kann ein derartiges Kurprogramm, das in erster Linie auf Besserung von Leiden des Haltungs- und Bewegungsapparates abgestimmt ist, durch seine Kombination mit Laufübungen im Gelände, Fahrradtouren und Wanderungen nach drei Wochen einen günstigen Einfluß auf Herz und Kreislauf zeigen? Welche Wirkungen auf die Herzfrequenz sind durch den häufigen Aufenthalt im Thermalwasser, teilweise verbunden mit Gymnastik, zu erwarten?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden an jedem Patienten je einmal zu Kuranfang und Kurende folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Orthostasetest nach Schellong mit Messung von Puls und Blutdruck
- eine Belastungsfahrradergonometrie mit Messung von Puls und Blutdruck
- eine telemetrische Herzfrequenzprofilennittlung beim Schwimmen gegen einen definierten Widerstand

Die ebenfalls durchgeführte Untersuchung über eine eventuelle Besserung der Beschwerden des Haltungs- und Bewegungsapparates dieser Patienten ist Thema einer anderen Dissertation.

II. Literaturübersicht

Die Auswirkung eines Kuraufenthaltes auf die Besserung der Gesundheit ist Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen. So fand z. B. MAGYAROSY (2), als er mittels Längsschnittuntersuchungen in bayerischen Heilbädern an insgesamt 900 Patienten über einen Zeitraum von 7 Jahren die Kureffekte überprüfte, nach vierwöchiger Kur eine Tendenz zur Normalisierung. Dies definierte er als Zustreben von Zustands- und Funktionsgrößen auf den Zielbereich normaler, einem durchschnittlichen gesunden Kollektiv zugeordneter Werte. Ebenfalls fand er eine Homogenisierung seiner Untersuchungswerte als Angleichung kurzfristig zeitlicher Änderungen der untersuchten Verlaufsgrößen innerhalb des Kollektivs nach Größe und Richtung. REINHOLD (3) stellte in seiner Untersuchung zum Einsatz von Kuren und Bädern eine Stabilisierung und Ökonomisierung von Regulationsabläufen, sowie eine Steigerung der Leistungsfähigkeit insbesondere nach balneologisch-hydrotherapeutischen Anwendungen fest. Insbesondere die Pulsfrequenz spiegelt nach JORDAN (4) jene reaktiven Veränderungen wieder, die sich an einem Patientenkollektiv unter einer Kurbehandlung abspielen. So registrierte FICHTL (5) nach einem vierwöchigen Frühheilverfahren in Buching/Allgäu bei einem Untersuchungsgut von 40 Patienten im Schellongtest einen deutlichen Abfall der Ruheherzschlagfrequenz, aber auch einen Rückgang des systolischen Blutdruckes beim Liegen und ebenfalls eine Senkungstendenz beim Stehen. Die Ergometrieuntersuchung ergab einen leichten Abfall des systolischen und diastolischen Blutdruckes bei unveränderter Amplitude in Ruhe. Bei Belastung sank die Steilheit der Anstiegsflanke der Herzfrequenz, die erreichbare Wattzahl bei Puls 130 nahm zu, systolischer und diastolischer Blutdruck blieben gleich.

In einer Untersuchung der Bewegung als Teilfaktor der Kurorttherapie stellte POSSE (6) fest, daß Bewegungstherapie, die ohne submaximale Belastung durchgeführt wurde, als zusätzliche Kurmaßnahme eindrucksvoll Schlaf und Befinden zu verbessern vermag. Die gefundene Reduktion der Puls- und Blutdruckwerte in Ruhe und unter Belastung erklärte er als wahrscheinlich vegetative Umstimmung zum vagotonen Puls und Blutdruckverhalten und nicht als kardiovaskuläre Veränderungen, da nicht mit ausreichender Intensität trainiert wurde.

III. Methodik

1. Kurprogramm - Grundlagen und Aufbau

Die Untersuchungen fanden im Zeitraum August - September 1982 im Thermalbad Birnbach statt, einem der "Gesunden Fünf" von Niederbayern. In dieser Zeit erfolgten Messungen und eine Datenerhebung während zweier aufeinanderfolgender je dreiwöchiger Kurprogramme. Ursprünglich war diese Kur wie eingangs erwähnt in Form der von SCHNIZER (1) konzipierten "Autofahrerkur" vorgesehen, doch konnte diese Pauschalkur aus Gründen des neuen Kostendämpfungsgesetzes im Gesundheitswesen, dessen Folgen in diesem Zeitraum zum Tragen kamen, nicht durchgeführt werden.

So galt es auf der Basis der Autofahrerkur ein dreiwöchiges Kurprogramm zu erstellen, das entsprechend dem Indikationsbereich der Thermalquelle Birnbach Patienten mit Beschwerden seitens der Wirbelsäule ansprach. Grundlage dieses Entwurfes war das vom Kurort für alle Kurgäste auf freiwilliger Basis angebotene sogenannte "Aktivprogramm". Dies stellte eine Bewegungstherapie mit Laufen und Gymnastik im Gelände dar, und trug bereits dem von SCHNIZER in seinem Gutachten vorgeschlagenen Herzkreislauftraining Rechnung, das als Ausdauertraining unter prophylaktischen und rehabilitativen Gesichtspunkten zu betrachten ist. Ergänzt wurde es durch die einzelnen jedem Patienten individuell von seinem Badearzt verordneten Anwendungen, wie z. B. Unterwassermassagen, Fangopackungen, Stangerbäder etc.

Im einzelnen gestaltete sich diese dreiwöchige Kur folgendermaßen:

DARSTELLUNG DES KURPPROGRAMMES

1. WOCH

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
8.00	Untersuchung durch den	Schellong-test	Pulsprofil-ermittlung	ANWENDUNGEN /	SCHWIMMEN
9.00	Badearzt	Fahrrad-ergometrie	beim Schwimmen	Wirbelsäulen-gymnastik	Terrainkur
	Anamnese			ANWENDUNGEN /	SCHWIMMEN
14.00	Haltungsstatus				geführte
15.00	Messungen			Trimm-Trab	Radwanderung
16.00					
17.00				Patienten-information	

2. WOCH

8.00	ANWENDUNGEN SCHWIMMEN			--	--
9.00	Wirbelsäulen-gymnastik	Gruppen-gymnastik	Terrainkur	Wirbelsäulen-gymnastik	Terrainkur
	ANWENDUNGEN / SCHWIMMEN				
14.00			geführte		geführte
15.00	Intervall-training		Wanderung	Trimm-Trab	Radwanderung
16.00		Ergometer-training			
17.00				Patienten-information	

3. WOCH

8.00	ANWENDUNGEN SCHWIMMEN				
9.00	Wirbelsäulengymnastik	Gruppengymnastik	Terrainkur	ABSCHLUSS- UNTERSUCHUNGEN (wie eingangs)	
	ANWENDUNGEN / SCHWIMMEN				
14.00			geführte		
15.00	Intervalltraining		Wanderung		
16.00		Ergometertraining		Patienteninformation/Test	
17.00					

Dieses Programm wurde jedem Patienten ausgehändigt. Die Termine der Bewegungstherapie wurden am frühen Vormittag und nachmittags gewählt, damit den Kurgästen genügend Zeit für ihre verordneten Anwendungen und das Schwimmen im Thermalwasser verblieb.

Wie aus dem Plan zu ersehen, fielen von den drei Wochen bereits fünf Tage für die umfangreichen Untersuchungen fort, so daß von möglichen 15 aktiven Kurtagen (die Wochenenden standen zur freien Verfügung) effektiv an 10 Tagen eine regelmäßige Teilnahme gewährleistet war.

So umfaßte der Teil Bewegungstherapie

2 mal die Teilnahme am Trimm-Trab	Dauer je ca. 45 Minuten
4 mal die Teilnahme an der Terrainkur	Dauer je ca. 45 Minuten
2 mal die Teilnahme am Intervalltraining	Dauer je ca. 45 Minuten
2 mal die Teilnahme am Ergometertraining	Dauer je ca. 45 Minuten
2 mal die Teilnahme an der geführten Wanderung,	Dauer je ein Nachmittag
2 mal die Teilnahme an der geführten Radwanderung,	Dauer ebenfalls je ein Nachmittag.

Das Schwimmen im Thermalbad konnte nach Belieben durchgeführt werden, d. h. in der Zeit, die zwischen den verordneten Anwendungen, und den festen Programmteilen noch zu Verfügung stand.

Die einzelnen Übungen gestalteten sich folgendermaßen:

- a) Trimm-Trab: Dauerlauf mit Gymnastik - Schwerpunkt: ausdauerndes Laufen
- b) Intervalltraining: Gehen - Laufen - Gymnastik mit Schwerpunkt: Gymnastik
- c) Terrainkur: Dauerlauf, Gymnastik mit Kontrolle des Blutdrucks und des Pulses

Bestandteil des vorgenannten Programmes waren also auch gymnastische Lockerungs- und Dehnungsübungen, die als Zwischenstationen in diesen Rundparcours eingeschaltet waren. Die Strecke befand sich im Kurpark, hatte eine Länge von ca. 2 km und wies keine Steigungen auf. Start und Zielpunkt war dabei der Eingang der Rottalterme.

Ausgehend vom langsamen Gehen über gemächliches Traben wurde bei

- a) gesteigerter Wert auf längeres ausdauerndes Laufen gelegt, wobei mehr das Laufen als solches, denn das Tempo maßgebend war. Gymnastik wurde als zweimalige je etwa fünfminütige Lockerungsübung zwischengeschaltet. Bei
- b) wurde Gehen - Laufen - Gymnastik intervallartig 5 - 10 mal wiederholt, zusätzlich noch ein etwa fünfzehnminütiges Übungsprogramm zur Beweglichkeitssteigerung der Wirbelsäule auf dem neben der Strecke befindliche Sportplatz absolviert. Teil
- c) begann mit dem Messen von Puls und Blutdruck der einzelnen Teilnehmer durch die durchführenden Krankengymnasten. Nach etwa zehnminütigem Trab fühlten die Patienten selbst ihren Puls. Wies dieser wieder Ruhewerte auf, legten sie nach kurzem Trab eine Strecke in gesteigertem Tempo zurück und zählten dann nochmals ihre Herzschläge. Anschließend folgte ein Gymnastikteil, wonach es im Dauerlauf wieder zum Ausgangspunkt Rottal-terme zurückging. Abgeschlossen wurde die Terrainkur durch Puls- und Blutdruckmessen und Registrieren aller Werte auf einer Teilnehmerliste, so daß die Patienten selbst im Laufe der drei Wochen eine Kontrolle über ihre Leistungsfähigkeit erhielten.

Da dieses Programm als vom Kurort angebotenes Aktivprogramm für alle Kurgäste zugänglich war und eine Trennung von unseren Versuchspersonen aus organisatorischen Gründen nicht möglich war, setzte sich die Teilnehmergruppe jeweils anders zusammen. So fanden sich zu unseren Patienten immer andere Kurgäste ein, deren Leistungsstand meist ein schlechterer war. Das bedeutete, daß sich die durchführenden Krankengymnasten nach dem schwächsten Mitglied richteten und demgemäß für unsere Gruppe trotz regelmäßiger Teilnahme kein echtes Training im Sinne einer dosierten Belastungssteigerung durchzuführen war. Ähnlich verhielt es sich mit der etwa zweistündigen geführten Wanderung und Radwanderung in die Umgebung. Sie boten für die Kurgäste eine willkommene Abwechslung im Alltagsbetrieb und sorgten sicherlich für zusätzliche Bewegung, waren aber nicht als kontrolliertes Herzkreislauftraining zu betrachten.

Das für unsere Patienten angebotene Ergometertraining fand keinen entsprechenden Anklang, da sie schwer zu motivieren waren, bei anhaltend schönem Wetter in einem Gymnastikraum zu trainieren. Das weiterhin aufgeführte "freie Schwimmen", das von allen Patienten reichlich durchgeführt wurde, war kein richtiges Schwimmtraining, da die relativ kleinen Thermalbecken keinen Platz für richtiges Schwimmen in Bahnen boten.

2. Zusammensetzung des Patientenguts

Die Patienten mußten im Sinne der ursprünglichen Autofahrerkur Beschwerden seitens der Wirbelsäule haben. Vorausgesetzte Minstdauer der Kur sollte drei Wochen sein, damit gewährleistet war, daß die Untersuchungsabstände mindestens 14 Tage betragen. Von 21 Kurtagen gingen meist vier Tage bereits durch das Anreise- und Abfahrtswochenende verloren. Ein längerer Aufenthalt wäre im Hinblick auf eine größere Trainingsphase zwar wünschenswert gewesen, doch gab es kaum Kurgäste, die länger als die notwendigen drei Wochen blieben.

Als weitere Voraussetzungen sollten die Patienten keine Erkrankungen des Herz- und Kreislaufsystems haben, schwimmen können und körperlich in der Verfassung sein, an einem derartigen Programm teilzunehmen. So kamen wir schließlich mit Hilfe der örtlichen Badeärzte, bzw. durch eigene Bemühungen auf 20 Patienten im Alter von 36 bis 61 Jahren (Durchschnittsalter 51 Jahre), davon 11 Männer und 9 Frauen, die an allen Untersuchungen teilnehmen konnten.

3. Durchführung der Versuche

Die Untersuchungen von Herz- und Kreislauffunktion wurden am zweiten (Schellongtest, Fahrradergometrie) und dritten (Pulsprofilermittlung beim Schwimmen) Tag der ersten Woche, bzw. den beiden letzten Tagen der dritten

Woche durchgeführt. Jeder Patient bekam zu Beginn seiner Kur wie schon erwähnt ein Programm ausgehändigt, in das seine Untersuchungstermine eingetragen wurden, so daß in etwa dieselbe Uhrzeit eingehalten werden konnte und damit tageszeitliche Schwankungen der Kreislauffunktionen auf die Meßergebnisse ohne Einfluß blieben. Die Patienten durften mindestens eine Stunde vor dem jeweiligen Termin ihre letzte Anwendung bzw. größere körperliche Belastung gehabt haben, sollten also ausgeruht sein.

3.1 Orthostasetest nach Schellong

Diese Untersuchung fand ebenso wie die folgende in der Praxis des Badearztes Dr. Hellwig statt, der uns freundlicherweise seine Geräte zur Verfügung stellte. Ziel dieser Untersuchung sollte es sein, die Regulationsfähigkeit des Kreislaufs unserer Patienten beim Lagewechsel vom Liegen zum Stehen festzustellen und eventuelle Änderungen nach Kurablauf zu erkennen.

Die Pulsmessung wurde mit Hilfe eines Ekg-Gerätes, eines sog. Physiopolygrafen der Firma CARDIOLINE durchgeführt, das eine digitale Pulsanzeige aufweist. Dazu wurden die Ekg-Elektroden mit einem Gummiband so um den Thorax befestigt, daß die Brustwandableitungen V_2 sowie V_5 und V_6 an den üblichen Ableitungsstellen, die Extremitätenableitungen jedoch auf dem Rücken des Patienten im Sinne des Einthoven'schen Dreiecks angebracht waren. Letztere dienten nur zur Ableitung der Wilson'schen Nullelektrode, nicht aber zur Registrierung der konventionellen Extremitätenableitungen. Die Blutdruckmessung erfolgte mit einem handelsüblichen Meßgerät der Firma ERKA nach der Methode von Riva-Rocci mit manuellem Aufpumpen der Manschette zum gewünschten Druck und auskultatorischem Feststellen der Korotkoff - Töne über der Arteria Brachialis. Auf exakten Sitz der Manschette in gleicher Höhe mit dem Herzen wurde geachtet. Der Patient begab sich für drei Minuten auf eine Liege und es wurden jeweils zu Ende der 1., 2. und 3. Minute Herzfrequenz, systolischer und diastolischer Blutdruck registriert. Nun stand der Patient auf und unmittelbar von diesem Zeitpunkt an wurden für zwei Minuten alle zehn Sekunden obige Werte gemessen, dann in der 4., 6. und 8. Minute. Nun legte sich der Patient wieder hin und es erfolgten für eine Minute alle zehn Sekunden, die 2. und 3. Minute dieselben Messungen. Die Werte wurden auf einem Untersuchungsbogen festgehalten.

3.2. Kreislaufbelastungstest mittels Fahrradergometrie

Zu den Ausschlußkriterien der untersuchten Patientengruppe gehörten die Kontraindikationen für körperliche Belastungen. Dies sind

a) absolute, wie

1. frischer Herzinfarkt oder Infarktverdacht
2. Angina pectoris gravis in Ruhe
3. ernste Rhythmusstörungen, wie gehäuft auftretende polytope oder salvenartige Extrasystolen
4. akute Karditis

b) relative, wie

1. höhergradige Aortenstenose
2. Vorhofflimmern
3. Schrittmacherimplantationen
4. Erregungsleitungsstörungen mit ausgeprägter Bradykardie
5. jeder akute fieberhafte Infekt

Nach Beendigung des Schellongtestes begab sich der Patient mit den in obig beschriebener Art und Weise angelegten Elektroden auf ein mechanisch gebremstes Fahrradergometer. Nach einer Ruhephase von drei Minuten wurden Blutdruck gemessen und ein Ruhe-Ekg geschrieben (50 mm/sec Laufzeit etwa 7-8 Herzaktionen), um eventuelle pathologische Veränderungen erkennen und festhalten zu können. Nun begann der Patient mit 50 Umdrehungen/min., die am Ergometer ablesbar waren, zu treten. So leistete er exakt die am Gerät als erste Belastungsstufe eingestellten 25 Watt. Gleichzeitig begann der Ekg-Schreiber mit einem Vorschub von 10 mm/sec. zu laufen, um eventuell auftretende Extrasystolen oder sonstige Rhythmusstörungen dokumentieren zu können. Nach jeweils drei Minuten wurde der Puls, zu jeder dritten Minute der Blutdruck registriert. Auf diese Weise konnten Blutdruckverhalten und Pulsprofil in Abhängigkeit von der Belastung dargestellt werden. Gleichzeitig bestand die Möglichkeit, den Ablauf über

einen Ekg-Monitor auf Abbruchkriterien zu überwachen. Außerdem bestand ein akustisches Warnsignal für kritische Ober- und Untergrenzen der Herzfrequenz. Abbruchkriterien waren:

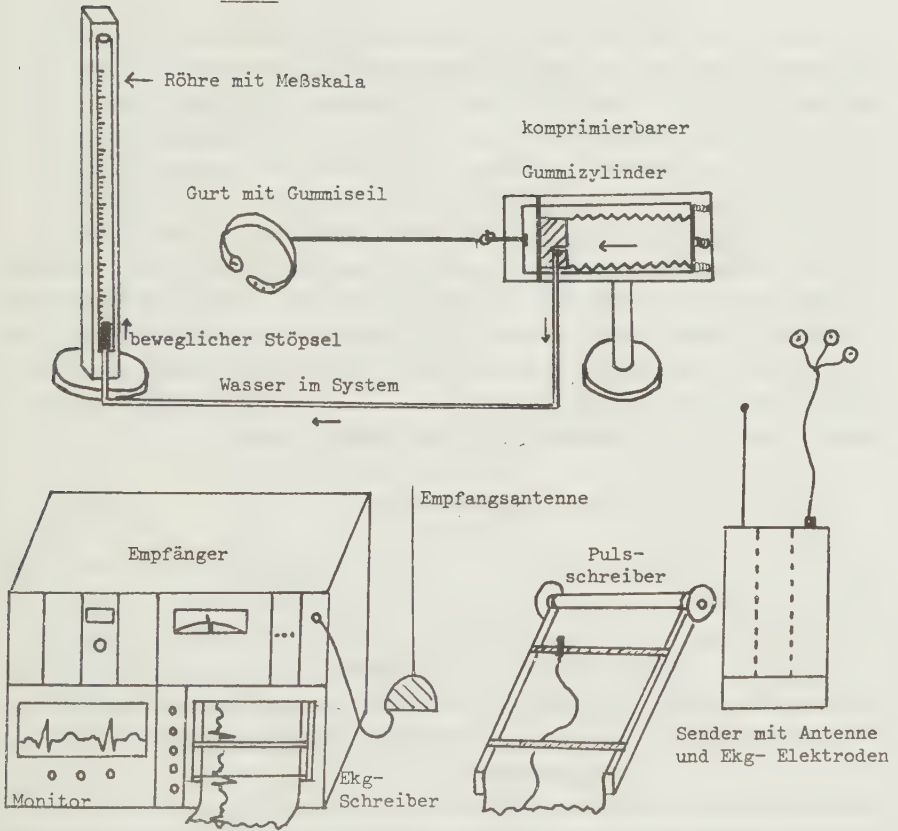
1. Zunehmende schwere retrosternale oder an anderen Prädilektionsstellen auftretende Schmerzen im Sinne einer Angina pectoris, auch ohne typische Ekg-Veränderungen.
2. Dyspnoe, Cyanose, außergewöhnliche Blässe oder allgemeine Schwäche
3. Plötzlicher Schwindel als Zeichen einer zerebralen Ischämie
4. Elektrokardiographische Veränderungen:
 - a) Rhythmusstörungen,
gehäufte polytope Extrasystolen, als Salven von drei oder mehr Extrasystolen, die in die T-Welle der vorausgehende Herzaktion fallen;
paroxysmales Auftreten supraventrikulärer oder ventrikulärer Tachykardien oder auch von Vorhofflimmern oder -flattern.
 - b) Repolarisationsstörungen,
horizontale und descendierende ST-Senkung über 0,2 mV bei gleichzeitig vorhandenen subjektiven Beschwerden; monophasische ST-Hebung.
 - c) Erregungsausbreitungs- oder schwerwiegende Überleitungsstörungen,
z. B. Linksschenkelblock, AV-Block 2. und 3. Grades
5. Blutdruckverhalten
 - a) Blutdruckanstieg systolisch über 250 mmHg, diastolisch über 120 mmHg
 - b) Blutdruckabfall über 20 % bei gleichbleibender Belastung oder mangelhafter Blutdruckanstieg bei steigender Belastung.

Die Durchführung der Belastungsfahrradergometrie stand immer unter ärztlicher Kontrolle. Nur bei einer Patientin führte das Auftreten einer Salve ventrikulärer Extrasystolen beim ersten Meßtermin zum Abbruch.

3.3 Herzfrequenzprofilemittlung beim Schwimmen mittels Telemetrie

Der Versuch fand im 28 °C warmen Becken des Hofbades statt. In diesem Becken absolvierten die Patienten das "freie Schwimmen" und die Bewegungsübungen. Der Test bestand darin, Patienten gegen konstante Belastung eine bestimmte Zeit schwimmen zu lassen und dabei ihre Herzfrequenz und ihr Ekg aufzuzeichnen. Die Versuchsanordnung zur Festlegung der Schwimmbelastung bestand aus

Abb. 1



einer Röhre mit Meßskala, die über einen Schlauch mit einem komprimierbaren Gummizylinder verbunden war (Abb. 1). Das System wurde mit Wasser möglichst luftblasenfrei aufgefüllt. Der Patient bekam einen Gurt angelegt, der über ein Gummiseil am oben erwähnten Zylinder befestigt war. Zog der Patient nun am Seil, wurde der Gummizylinder gegen einen Federwiderstand komprimiert, das Wasser proportional dem Zug in der Meßskalaröhre nach oben bewegt. Dieses konnte der Patient während des Schwimmens beobachten und so eine konstante Belastung einhalten, indem er den Meniscus auf einem bestimmten vorgegebenen Niveau hielt. Der Widerstand bzw. die Zugkraft wurden vor jedem Versuch mit einer Federwaage geeicht.

Die Meßskala wies insgesamt 13 Teilstriche auf, wobei bei Teilstrich "1" ein Zug von 2,5 kp an der Federwaage, bei Teilstrich "2" ein Zug von 3,5 kp gemessen wurde. Vor jedem Versuch wurde das System entlüftet und alle Anschlüsse auf dichten Sitz überprüft. In der Bademeisterkabine befand sich oben abgebildete Empfangsanlage. Dort wurde dem Probanden der Sender der Telemetrieanlage der Firma HELLIGE umgeschallt und die drei Elektroden wasserdicht auf der Brust des Patienten befestigt. Der Sender befand sich in einem speziell für Schwimmversuche konstruierten abgedichteten Gehäuse. Die Elektroden wurden nach Abrasieren eventuell störender Haare und Reinigen der Haut mit Waschbenzin mit einem wasserundurchlässigen Leukoplastpflaster der Firma BEIERSDORF so fixiert, daß das Ekg möglichst störungsfrei auch bei Bewegung empfangen wurde.

Lage der Elektroden: - schwarz: 2. ICR rechts parasternal
- rot: 2. ICR links parasternal
- gelb: Bereich Herzspitze

Trotzdem waren Bewegungsartefakte nicht immer auszuschließen, was sich für die Auswertung von Extrasystolen manchmal als Problem erwies. Die Aufzeichnung der Pulscurve mittels eines an das Empfangsgerät angeschlossenen Pulsregistriergerätes erfolgte dagegen problemlos, auftretende Artefakte bei der Ekg-Übermittlung, die sich auf dem Pulsschreiber durch kurzen Absinken zur Nulllinie äußerten, konnten bei der Auswertung durch Durchziehen der Pulslinie über diesen Ausfall hinweg korrigiert werden.

Der weitere Versuchsablauf gestaltete sich folgendermaßen:

- Patient sitzt 3 Minuten auf einem Stuhl am Beckenrad, der Gurt wird angelegt - gleichzeitiges Einschalten von Pulsschreiber (Vorschub 5 cm/min. 150 Herzschläge $\hat{=}$ 7,5 Einheiten auf dem Schreiberpapier) und Ekg-Schreiber (Vorschub 10 mm/sec.)
- Patient geht ins Wasser, bleibt 2 Minuten stehen
- 3 Minuten Schwimmen bei 2,5 kp Zug
- 2 Minuten Pause stehend im Wasser
- 3 Minuten Schwimmen bei 3,5 kp Zug

- 2 Minuten Pause stehend im Wasser
- Schwimmen mit maximaler Kraft mit Erreichen einer möglichst hohen Markierungseinheit auf der Meßskala
- 2 Minuten Pause stehend im Wasser - danach Abschalten der Geräte
- Ende des Versuchs

Nach diesem Plan wurde bei allen Patienten vorgegangen. Eine Patientin konnte bei Stufe 2 nur zwei Minuten lang schwimmen, sowohl am Anfang wie zu Ende, eine andere konnte aufgrund mangelnder Schwimmtechnik die geforderten Bedingungen überhaupt nicht einhalten und wurde aus der Bewertung genommen. Eventuelle Kontraindikationen sahen wir durch das vorher stattgefundene Belastungs-Ekg ausgeschlossen, es galten jedoch dieselben Abbruchkriterien, wobei nur der dort genannte Punkt 5 nicht berücksichtigt werden konnte.

4. Statistik

Bei diesen Untersuchungen soll das Verhalten der Kreislauffunktionsparameter Puls und Blutdruck über einen Zeitraum von mehreren Minuten unter Ruhe und unter Belastung dargestellt werden. Graphisch ergibt dies Kurven in einem Koordinatensystem mit der Zeit in Minuten als Abszisse und dem Pulswert in Herzschlägen/min. bzw. dem Blutdruckwert in mmHg als Ordinate. Um von jeweils einer Untersuchung eine Kurve aus den Meßdaten der Patienten zu gewinnen, wurde der arithmetische Mittelwert $\bar{x}$ und die Standardabweichung $s_{\bar{x}}$ des Mittelwertes errechnet. Die Unterschiede der einander entsprechenden Daten vor Kurvanfang und Kurende wurden mittels des t-Testes für verbundene Stichproben statistisch auf Signifikanz auf dem 5 % Niveau überprüft. Zur graphischen Veranschaulichung dieses Unterschiedes wurden die so ermittelten Kurven der einzelnen Untersuchungen in das jeweils gleiche Koordinatensystem eingetragen.

Die Auswertung erfolgte zuerst für das Gesamtkollektiv, dann aufgeschlüsselt nach der Gruppe der 9 Frauen (Ausnahme Schwimmen: 8 Frauen) und der 11 Männer, wobei jeweils zuerst der Kurvenverlauf zu Kurbeginn beschrieben wurde und anschließend mit dem zu Kurende verglichen wurde.

Ein gesonderter Punkt war der Vergleich der Anzahl von aufgetretenen Extrasystolen während der Fahrradergometrie mit der Anzahl derer beim Schwimmen, der sich aber auf die Patienten beschränken mußte, die beim Schwimmen ein eindeutiges EKG geliefert hatten.

IV. Ergebnisse

1. Darstellung der Ergebnisse des Schellongtestes

1.1. Verhalten der Herzfrequenz

1.1.1. Gesamtkollektiv (s. Abb. 2)

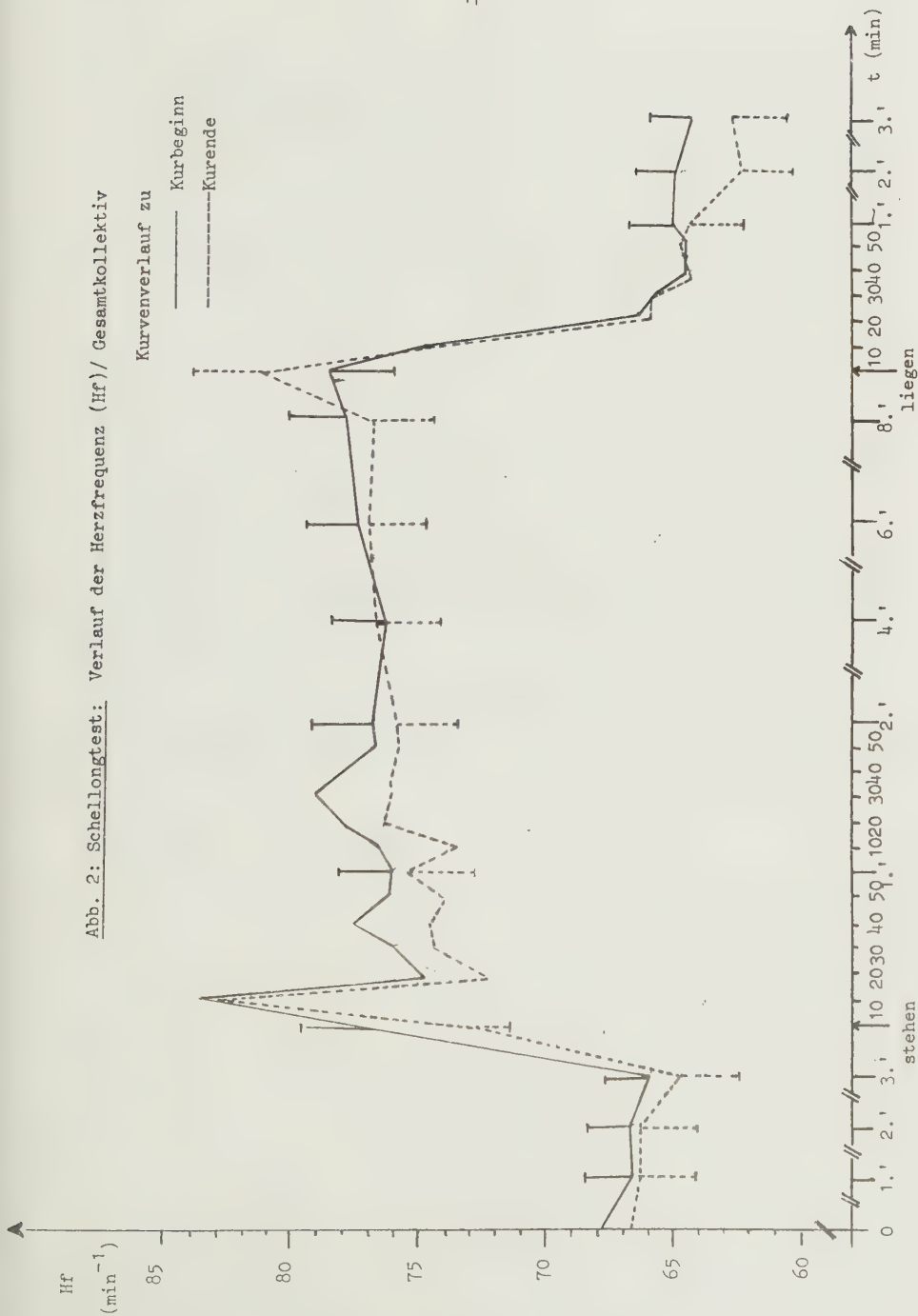
In der Graphik sind die Mittelwerte der Herzfrequenzen aller Patienten während des gesamten Versuchsablaufes eingetragen und die Befunde von Kuranfang und Kurende einander gegenübergestellt.

Alle Patienten konnten den Schellongtest durchführen, ohne daß Beschwerden einer orthostatischen Dysregulation wie z. B. Schwindel oder Schwarzwerden vor den Augen auftraten.

Abb. 2: Schellongtest: Verlauf der Herzfrequenz (Hf) / Gesamtkollektiv

Kurvenverlauf zu

—— Kurbeginn
-----Kurende



Ausgehend von konstanten Ruhewerten steigt die Frequenz beim Wechsel vom Liegen zum Stehen initial steil an, um sich im Verlauf von zwei Minuten im Stehen wieder auf konstante, aber höhere Werte als im Liegen einzupendeln. Nach erneuter Rückkehr zum Liegen stellen sich innerhalb von zwei Minuten wieder die Ausgangswerte ein. Die initiale Frequenzsteigerung beim Lagewechsel als Ausdruck der Anpassung des Kreislaufes an das verminderte Schlagvolumen zur Konstanterhaltung des Herzminutenvolumens beträgt nach HUEP (10) 10 bis 30 Pulsschläge/min. Danach pendelt sich die Frequenz bei Werten ein, die zwischen 10 % und 20 % über den Ruhewerten liegen (s. Tab. 1 und 2).

Zu Kurende zeigt der Puls ein fast identisches Verhalten wie zu Kuranfang. Die Mittelwerte liegen zwar geringfügig niedriger, doch ist der Unterschied zu keinem Zeitpunkt signifikant. Der hier zu beobachtende kurzfristige Pulsanstieg beim Wechsel vom Stehen zum Liegen, der zum ersten Meßtermin nicht so stark ausgeprägt war, erklärt sich vielleicht durch die beim zweiten Mal stärkere Erwartungshaltung der Patienten, die jetzt den Versuchsablauf schon kannten. Sie wußten, daß sie sich möglichst schnell wieder auf die Liege zu begeben hatten, was durch die Behinderung durch die Ekg-Elektroden nicht so einfach war und deshalb jetzt zu größerer "Hektik" führte. Ansonsten liegen die Werte wieder innerhalb des oben erwähnten Normbereiches (Tab. 1 und 2).

Tab. 1: Höhe des initialen Pulsanstieges beim Lagewechsel Liegen/Stehen während des Schellongtestes

	<u>Liegen 3.'</u>	<u>Stehen 10"</u>	<u>Differenz</u>
<u>Kuranfang:</u>	$\bar{x} = 65,9$	$\bar{x} = 83,45$	17,55
<u>Kurende:</u>	$\bar{x} = 64,5$	$\bar{x} = 82,5$	18

Tab. 2: Differenz des Stehpulses zum Liegepuls in % des Liegepulses beim Schellongtest nach Einpendeln auf annähernd konstante Werte in der 4. Minute/Stehen

	<u>Liegen 3.'</u>	<u>Stehen 4.'</u>	<u>Differenz in % des Liegepulses</u>
<u>Kuranfang:</u>	$\bar{x} = 65,9$	$\bar{x} = 76,45$	$10,55 \hat{=} 16 \%$
<u>Kurende:</u>	$\bar{x} = 64,5$	$\bar{x} = 76,65$	$12,15 \hat{=} 18,8 \%$

$\bar{x} \hat{=}$ jeweils Mittelwert in Herzschlägen/min. von $n=20$ Patienten zum entsprechenden Zeitpunkt des Versuches.

Auch die Standardabweichung des Mittelwertes als Maß für die interindividuelle Streuung nimmt im Gesamtkollektiv zu Kurende nicht ab, sondern eher zu, so daß auch hier kein Hinweis für eine Ökonomisierung des Kreislaufes gewonnen werden kann.

Die einzelnen Meßdaten für das Verhalten der Herzfrequenz im Gesamtkollektiv sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tab. 3: Herzfrequenzen aller Patienten während des Schellongtestes:
Mittelwerte und Standardabweichungen des Mittelwertes der Daten
Kuranfang/Kurende

n = Anzahl der Patienten,

T = Zeitpunkt der Messungen in der jeweiligen Minute ('), bzw. Sekunde ("),

$\bar{x}$ = Mittelwert,

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes

T	<u>Kuranfang</u>			<u>Kurende</u>		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
0'	20	67,7	1,886	20	66,45	2,239
1'	20	66,5	1,975	20	66,2	2,123
2'	20	66,6	1,881	20	66,2	2,329
3'	20	65,9	1,739	20	64,5	2,271
stehen	20	76,75	2,746	20	74	2,164
10"	20	83,45	2,485	20	82,5	2,863
20"	20	74,9	2,299	20	72,35	2,713
30"	20	75,8	2,04	20	74,3	2,659
40"	20	77,6	2,392	20	74,55	2,407
50"	20	76,35	2,263	20	74,15	2,263
60"	20	76,1	2,32	20	75,45	2,649
70"	20	76,5	2,507	20	73,4	2,609
80"	20	78,1	1,948	20	76,3	2,245
90"	20	79	2,093	20	76,15	2,442
100"	20	78,05	2,379	20	76	2,478
110"	20	76,75	2,313	20	75,85	2,457
120"	20	76,9	2,504	20	75,9	2,378
4'	20	76,45	2,185	20	76,65	2,456
6'	20	77,6	2,078	20	77,1	2,163
8'	20	78	2,306	20	76,8	2,472
liegen	20	78,8	2,584	20	81,35	2,587
10"	20	74,95	1,918	20	73,6	2,573
20"	20	66,6	1,48	20	65,9	1,904
30"	20	66,25	1,753	20	66,25	1,793
40"	20	64,75	1,469	20	64,4	2,051
50"	20	64,75	1,584	20	64,95	1,898
60"	20	65,25	1,709	20	64,2	2,068
2'	20	65,05	1,68	20	62,2	2,11
3'	20	64,5	1,737	20	62,9	1,989

1.1.2. Frauen (s. Abb. 3)

Betrachten wir das Herzfrequenzverhalten der Frauen, so ist kein grundlegender Unterschied zu dem des Gesamtkollektivs festzustellen. Ein Vergleich mit den Normwerten nach HUEP (10) analog Punkt 1.1.1 zeigt folgendes (Tab. 4 und 5):

Tab. 4 : Höhe des initialen Pulsanstieges beim Lagewechsel Liegen/Stehen während des Schellongtestes - Frauen

	<u>Liegen 3.'</u>	<u>Stehen 10"</u>	<u>Differenz</u>
<u>Kuranfang:</u>	$\bar{x} = 63,88$	$\bar{x} = 82,22$	18,34
<u>Kurende:</u>	$\bar{x} = 63,22$	$\bar{x} = 83,88$	20,66

Tab. 5: Differenz des Stehpulses zum Liegepuls in % des Liegepulses beim Schellongtest nach Einpendeln auf annähernd konstante Werte in der 4. Minute/Stehen - Frauen

	<u>Liegen 3.'</u>	<u>Stehen 4.'</u>	<u>Differenz in % des Liegepulses</u>
<u>Kuranfang:</u>	$\bar{x} = 63,88$	$\bar{x} = 77,55$	$13,67 \hat{=} 21,4 \%$
<u>Kurende:</u>	$\bar{x} = 63,22$	$\bar{x} = 76,44$	$13,22 \hat{=} 20,9 \%$

Beim 1. Meßtermin zeigt der Pulsanzeiger beim Aufstehen wiederum ein Normalverhalten, auch liegt die Differenz mit 18,34 Herzschlägen/min. kaum höher als im Gesamtkollektiv mit 17,55 Herzschlägen/min. Dieser Unterschied ist im wesentlichen verursacht durch die niedrigere Ruhefrequenz der Frauen. Tab. 5 jedoch weist eine mit 21,4 % gegenüber 20 % Norm etwas erhöhte Differenz des Pulses Liegen - Stehen auf, Ursache hierfür ist neben der erwähnten niedrigeren Ruhefrequenz der im Vergleich zum Gesamtkollektiv erhöhte Puls im Stehen. Die dort beobachtete Tendenz zum kurzfristigen Kurvenanstieg beim erneuten Hinlegen tritt hier nicht in Erscheinung.

Beim zweiten Meßtermin liegen ähnliche Verhältnisse vor wie beim ersten, was Tab. 4 und 5 zeigen, doch ist beim Stehen die Differenz über die gesamten 8 Minuten betrachtet größer als bei der Gesamtgruppe.

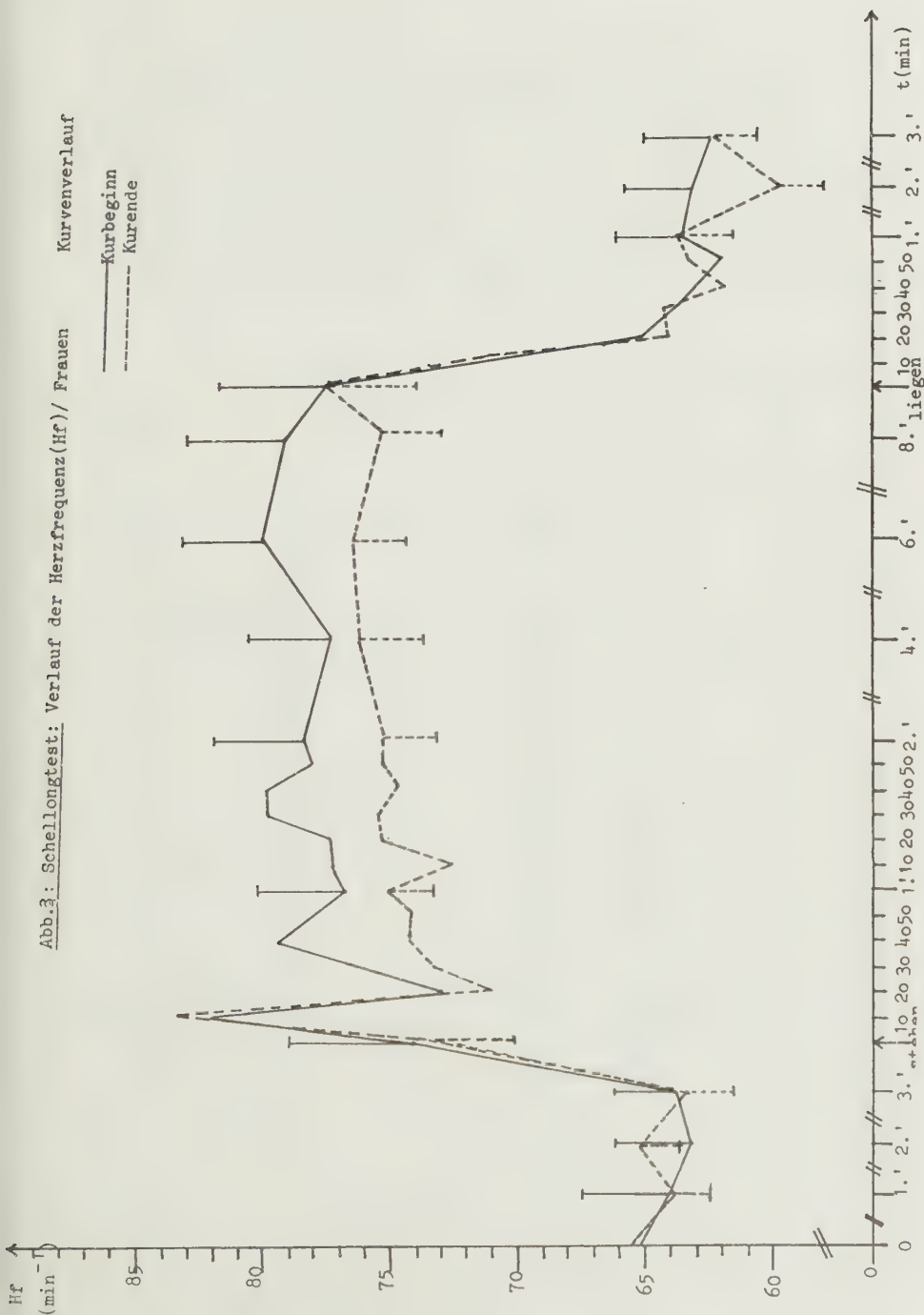
Diese Pulsniedrigung im Kurverlauf läßt sich jedoch statistisch nicht sichern. Die schon besprochene Pulssteigerung beim Hinlegen tritt hier wieder auf.

Beachtenswerter jedoch ist die Tatsache, daß die Standardabweichung des Mittelwertes bei den Frauen im Gegensatz zum Gesamtkollektiv zu Kurende über den gesamten Versuchsablauf niedrigere Werte aufweist, als zu Kurbeginn. Die genauen Daten sind nachfolgender Tab. 6 zu entnehmen.

Abb. 3: Schellongtest: Verlauf der Herzfrequenz (Hf) // Frauen

Kurvenverlauf

— Kurbeginn
- - - - - Kurende



Tab. 6: Herzfrequenzen der Frauen während des Schellongtestes:
Mittelwerte und Standardabweichungen des Mittelwertes der Daten
Kuranfang/Kurende

n = Anzahl der Patienten,

T = Zeitpunkt der Messungen in der jeweiligen Minute ('), bzw. Sekunde ("),

$\bar{x}$ = Mittelwert,

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes

<u>Kuranfang</u>				<u>Kurende</u>		
T	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
0'	9	65,44	2,944	9	65,55	2,055
1'	9	64,22	3,431	9	64	1,323
2'	9	63,3	2,986	9	65,11	1,476
3'	9	63,88	2,653	9	63,22	1,92
stehen	9	74,11	5,11	9	72,11	2,974
10"	9	82,22	4,072	9	83,88	3,16
20"	9	73,11	3,102	9	71	1,641
30"	9	76	2,824	9	73,22	1,552
40"	9	79,66	3,299	9	74,33	1,404
50"	9	78,11	3,066	9	74,22	1,115
60"	9	76,88	3,561	9	75,22	1,535
70"	9	77,55	4,233	9	72,66	1,863
80"	9	77,55	2,944	9	75,44	1,872
90"	9	80	3,232	9	75,66	1,748
100"	9	80	3,663	9	74,77	1,479
110"	9	78,22	3,252	9	75,44	1,405
120"	9	78,66	3,648	9	75,33	2,048
4'	9	77,55	3,287	9	76,44	2,433
6'	9	80,22	3,286	9	76,66	2,147
8'	9	79,33	3,841	9	75,55	2,279
liegen	9	77,77	4,179	9	77,77	3,459
10"	9	72,11	2,485	9	73,77	2,943
20"	9	65,22	2,22	9	64,22	1,741
30"	9	64	2,472	9	64,33	1,795
40"	9	63,11	2,232	9	62	2,205
50"	9	62,11	2,365	9	63,44	1,811
60"	9	63,77	2,586	9	63,88	2,118
2'	9	63,33	2,544	9	59,88	1,767
3'	9	62,55	2,609	9	62,33	1,658

1.1.3 Männer (s. Abb. 4)

Entsprechend dem komplikationslosen Verlauf im Hinblick auf aufgetretene Beschwerden verhält sich die Herzfrequenz bei den Männern wie die einem gesunden Kollektive entsprechende (Tab. 7 und 8).

Tab. 7: Höhe des initialen Pulsanstieges beim Lagewechsel Liegen/Stehen während des Schellongtestes - Männer

	<u>Liegen 3.'</u>	<u>Stehen 10"</u>	<u>Differenz</u>
<u>Kuranfang:</u>	$\bar{x} = 67,54$	$\bar{x} = 84,45$	16,91 (10-30)
<u>Kurende:</u>	$\bar{x} = 65,54$	$\bar{x} = 81,36$	15,82

Tab. 8: Differenz des Stehpulses zum Liegepuls in % des Liegepulses beim Schellongtest nach Einpendeln auf annähernd konstante Werte in der 4.' / Stehen - Männer

	<u>Liegen 3.'</u>	<u>Stehen 4'</u>	<u>Differenz</u>
<u>Kuranfang:</u>	$\bar{x} = 67,54$	$\bar{x} = 75,54$	$8 \pm 18,84 \% (10-20\%)$
<u>Kurende:</u>	$\bar{x} = 65,54$	$\bar{x} = 76,818$	$11,27 \pm 17,2 \%$

$\bar{x} \pm$ jeweils Mittelwert in Herzschlägen/min. von $n = 11$ Patienten zum jeweiligen Zeitpunkt des Versuches; in Klammern die Normwerte nach HUEP.

Die Ruhewerte bei beiden Liegephasen weisen etwas höhere Werte als die der Frauen auf, während der Stehphase liegt die Frequenz niedriger als die ihre. Die Differenz bleibt im Normbereich (Tab. 8).

Zu Kurende zeigen sich während der Liegephasen erniedrigte Werte, beim Stehen hingegen und insbesondere beim erneuten Positionswechsel zum Liegen höhere Werte als zu Kurbeginn. Der Unterschied ist nicht signifikant.

Tab. 9: Herzfrequenzen der Männer während des Schellotgestes:
Mittelwerte und Standardabweichungen des Mittelwertes der Daten
Kuranfang/Kurende

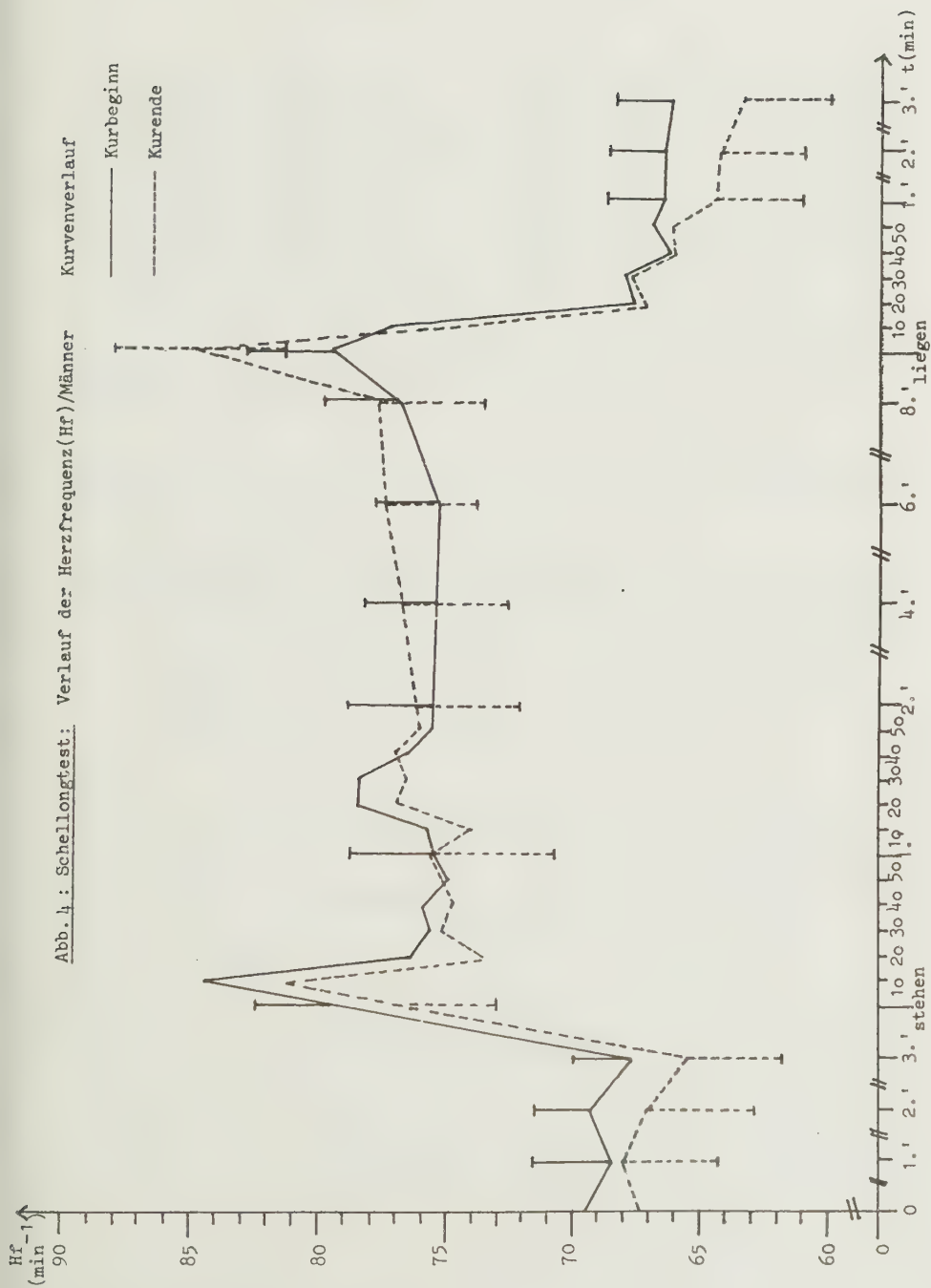
n = Anzahl der Patienten,

T = Zeitpunkt der Messungen in der jeweiligen Minute ('), bzw. Sekunde ("),

$\bar{x}$ = Mittelwert,

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes

<u>Kuranfang</u>				<u>Kurende</u>		
T	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
0'	11	69,54	2,42	11	67,18	3,799
1'	11	68,36	2,237	11	68	3,702
2'	11	69,27	2,191	11	67,09	4,139
3'	11	67,54	2,29	11	65,54	3,892
stehen	11	78,91	2,814	11	75,55	3,14
10"	11	84,45	3,203	11	81,36	4,636
20"	11	76,36	3,388	11	73,45	4,836
30"	11	75,64	3,025	11	75,18	4,761
40"	11	75,91	3,465	11	74,73	4,326
50"	11	74,91	3,326	11	75	4,313
60"	11	75,45	3,195	11	75,64	4,764
70"	11	75,64	3,134	11	74	4,6
80"	11	78,54	2,718	11	77	3,875
90"	11	78,18	2,853	11	76,55	4,309
100"	11	76,45	3,195	11	77	4,423
110"	11	75,55	3,353	11	76,18	4,42
120"	11	75,45	3,532	11	76,36	4,092
4'	11	75,54	3,04	11	76,82	4,118
6'	11	75,45	2,612	11	77,45	3,621



T	n	$\bar{x}$	s_x^2	n	$\bar{x}$	s_x^2
8'	11	76,91	2,906	11	77,82	4,18
liegen	11	79,64	3,388	11	84,27	3,658
10"	11	77,27	2,734	11	73,45	4,148
20"	11	67,73	2,014	11	67,27	3,191
30"	11	68,09	2,421	11	67,82	2,907
40"	11	66,09	1,947	11	66,36	3,24
50"	11	66,91	1,993	11	66,18	3,156
60"	11	66,45	2,321	11	64,45	3,439
2'	11	66,45	2,254	11	64,09	3,541
3'	11	66,09	2,326	11	63,36	3,438

1.2. Verhalten des systolischen und diastolischen Blutdrucks

1.2.1. Gesamtkollektiv (s. Abb. 5)

Die Abbildung zeigt ein normosystolisches und normodiastolisches Blutdruckverhalten sowohl zu Kuranfang als auch zu Kurende. Nach SCHELLONG (9) dürfen sich der systolische und diastolische Blutdruck von Kreislaufgesunden nach dem Aufstehen nach einer dreiminütigen Liegephase wie folgt verhalten:

RR syst.: ± 5 mmHg

RR diast.: ± 5 mmHg

Bei unseren Patienten ergaben sich folgende Werte:

Tab. 10: RR syst./diast.:

Differenz der Mittelwerte von n = 20 Patienten

3. Minute Liegen zu 1. Minute Stehen

RR	Kuranfang	Kurende
syst.	+ 4,5 mmHg	+ 3,25 mmHg
diast.	+ 7,25 mmHg	+ 8,25 mmHg

Der systolische Blutdruck liegt innerhalb des angegebenen Normbereiches. Der diastolische hingegen liegt etwas darüber, was jedoch wohl noch keine pathologische Bedeutung hat, insbesondere deshalb, weil keine Verkleinerung der Blutdruckamplitude zu beobachten ist, wie sie für eine hyperdiastolische Fehlregulation charakteristisch wäre. Auch das Normverhalten der Herzfrequenz spricht für diese Tatsache. Zu Kurende findet die Blutdruckregulation auf einem niedrigeren Niveau statt als zu Beginn. Gerade die Ruhewerte des systolischen Blutdruckes liegen mit Werten zwischen 115 und 120 mmHg erstaunlich niedrig für ein Kollektiv mit 51 Jahren Durchschnittsalter. Ursache hierfür jedoch ist die Gruppe der Frauen, wie Punkt 1.2.2. zeigen wird.

Die Unterschiede zu beiden Meßterminen können jedoch weder für den systolischen noch den diastolischen Blutdruck statistisch abgesichert werden, wenn man das 5 %-Signifikanzniveau zugrundelegt.

Die Standardabweichung des Mittelwertes RR syst./diast. liegt zu Kurende über den gesamten Versuchsauflauf niedriger als zu Kurbeginn.

Tab. 11: RR syst./diast. des Gesamtkollektivs während des Schellongtestes:
Mittelwerte und Standardabweichungen des Mittelwertes der Daten
Kuranfang/Kurende

n = Anzahl der Patienten,

T = Zeitpunkt der Messungen in der jeweiligen Minute ('), bzw. Sekunde ("),

$\bar{x}$ = Mittelwert,

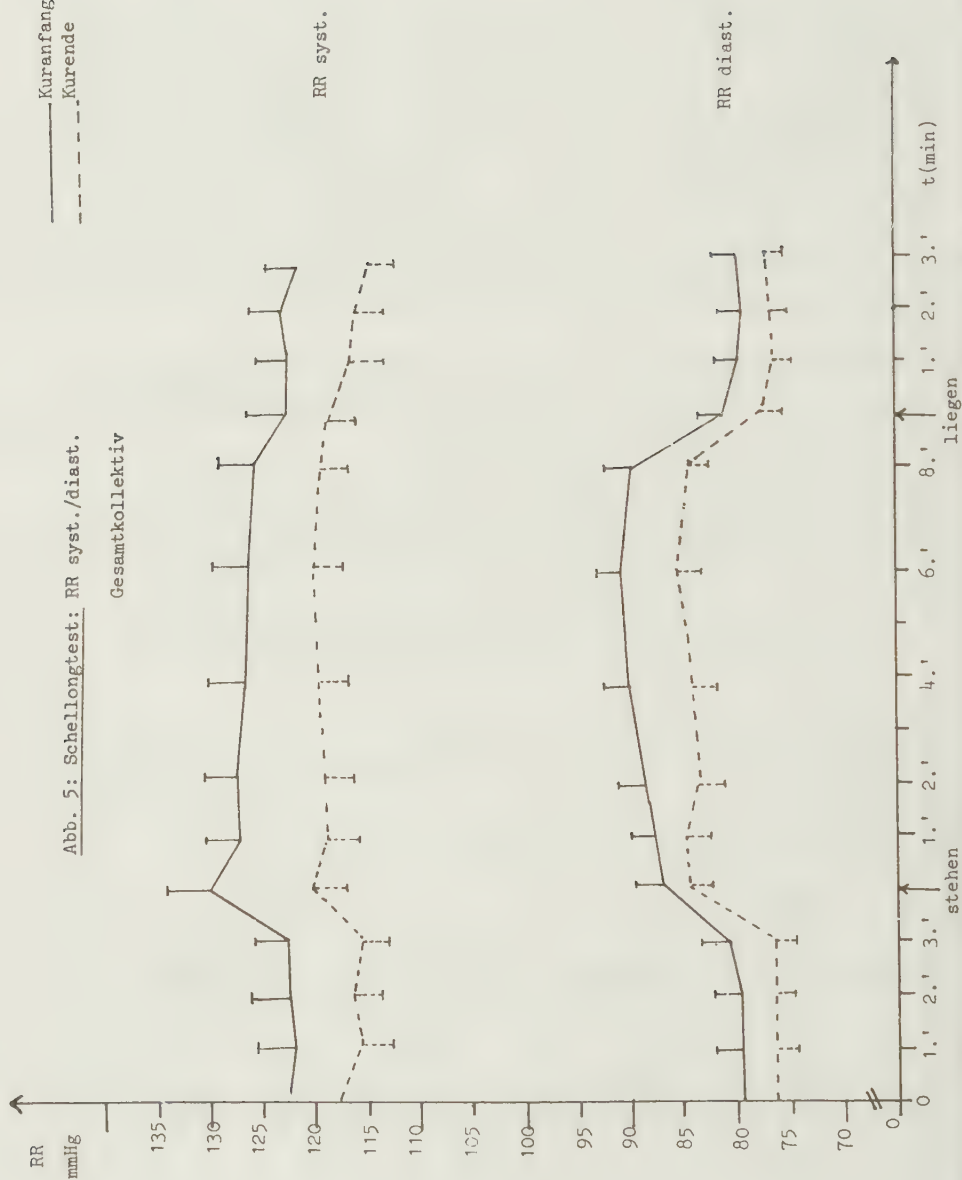
$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes

<u>RR syst.</u>						<u>RR diast.</u>					
<u>Kuranfang</u>				<u>Kurende</u>		<u>Kuranfang</u>				<u>Kurende</u>	
T	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
0'	20	122,5	3,35	20	117,25	20	79,5	2,71	20	76,75	1,67
1'	20	122	3,58	20	115,75	20	79,5	2,48	20	76,5	1,74

— Kuranfang
 --- Kurende

Abb. 5: Schellongtest: RR syst./diast.

Gesamtkollektiv



T	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
2'	20	122,75	3,56	20	116,25	2,54	20	79,75	2,34	20	76,5	1,71
3'	20	122,5	3,31	20	115,25	2,60	20	80,75	2,60	20	76,5	1,82
steh.20	130	3,89		20	120,5	2,99	20	87	2,63	20	84,25	1,89
1'	20	127	3,47	20	118,5	2,69	20	88	2,44	20	84,75	1,90
2'	20	127,5	3,13	20	119	2,75	20	88,25	2,41	20	83,5	2,24
4'	20	126,75	3,47	20	119,5	2,56	20	90,25	2,34	20	84,25	2,12
6'	20	126,75	3,39	20	120,25	2,65	20	90,75	2,41	20	85,5	2,11
8'	20	125,75	3,48	20	119,5	2,61	20	89,75	2,25	20	84,5	2,05
lieg.20	122,75	3,66		20	118,75	2,56	20	81	2,34	20	77,75	1,64
1'	20	122,5	2,93	20	116,5	2,84	20	79,75	1,97	20	76,5	1,82
2'	20	123	3,11	20	116	2,55	20	79,5	2,02	20	76,5	1,54
3'	20	121,5	3,23	20	114,5	2,23	20	79,75	2,19	20	77,25	1,72

1.2.2. Frauen (s.Abb. 6)

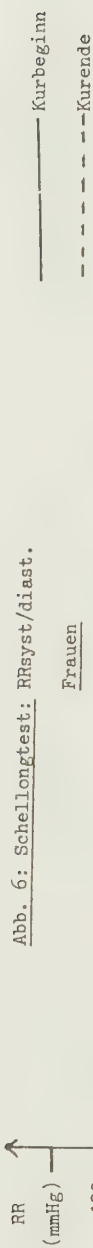
Systolischer und diastolischer Blutdruck der Frauen verhalten sich wie der des Gesamtkollektivs (s. 1.2.1.), was auch aus folgender Tabelle zu entnehmen ist.

Tab. 12: RR syst./diast. Frauen: Differenz der Mittelwerte von n= 9 Patienten
3. Minute Liegen zu 1. Minute Stehen

RR	Kuranfang	Kurende
syst.	+ 3,33 mmHg	+ 3,33 mmHg
diast.	+ 7,58 mmHg	+ 8,85 mmHg

So gilt auch hier entsprechend das dort Gesagte. Im Vergleich zum gesamten Patientengut liegen bei den Frauen die Werte insbesondere des systolischen aber auch des diastolischen Blutdruckes deutlich niedriger (RR syst. in Ruhe zum 1. Meßtermin etwa um 8 mmHg, zum 2. Meßtermin etwa um 5 mmHg; RR diast. in Ruhe zum 1. Meßtermin etwa um 5 mmHg, zum 2. Meßtermin etwa um 3 mmHg).

Die Erniedrigung des Blutdruckes zu Kurende konnte auch hier nicht statistisch abgesichert werden, die Standardabweichung des Mittelwertes war jedoch wieder geringer (Daten siehe Tab. 13).



RR syst.

RR diast.

0 1' 2' 3' 4' 5' 6' 7' 8' 9' 10'

min

Der eher etwas niedrige systolische Blutdruck bei den Frauen führte bei keiner Patientin zu subjektiven Beschwerden, auch wies objektiv bei der Untersuchung niemand eine orthostatische Dysregulation auf.

Tab. 13: RR syst./diast. - Frauen während des Schellongtestes:

Mittelwerte und Standardabweichungen des Mittelwertes
der Daten Kuranfang/Kurende

n = Anzahl der Patienten,

T = Zeitpunkt der Messungen in der jeweiligen Minute ('), bzw. Sekunde ("),

$\bar{x}$ = Mittelwert,

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes

<u>RR syst.</u>						<u>RR diast.</u>					
<u>Kuranfang</u>			<u>Kurende</u>			<u>Kuranfang</u>			<u>Kurende</u>		
T	n	$\bar{x}$ $s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$ $s_{\bar{x}}$		n	$\bar{x}$ $s_{\bar{x}}$		n	$\bar{x}$ $s_{\bar{x}}$	
0'	9	116,11 5,19	9	110 3,91		9	75 3,12		9	73,88 1,62	
1'	9	116,11 4,91	9	109,44 3,06		9	75 2,76		9	73,33 1,66	
2'	9	113,88 4,23	9	112,22 3,02		9	75 2,64		9	74,44 1,55	
3'	9	114,44 3,58	9	110 3,63		9	75,55 2,82		9	73,88 2,00	
steh.9		122,22 6,51	9	118,88 3,80		9	81,11 2,74		9	85 2,64	
1'	9	117,77 3,92	9	113,33 3,44		9	83,33 2,64		9	82,77 2,77	
2'	9	120 3,23	9	112,22 3,02		9	85,55 3,06		9	81,11 3,09	
4'	9	120,55 3,48	9	113,88 3,09		9	87,22 3,02		9	81,66 2,64	
6'	9	121,66 4,17	9	114,44 3,05		9	83,33 3,12		9	82,22 2,37	
8'	9	119,44 4,29	9	113,33 2,76		9	87,77 3,57		9	81,11 2,47	
lieg.9		115,55 4,89	9	111,11 3,51		9	75,55 2,42		9	73,33 1,86	
1'	9	116,66 3,82	9	110 3,99		9	75 2,04		9	72,22 2,52	
2'	9	116,11 4,23	9	110,55 3,58		9	75 1,66		9	72,77 1,88	
3'	9	113,88 3,61	9	108,33 2,5		9	75 2,36		9	73,33 2,04	

1.2.3. Männer (s. Abb. 7)

=====

Der systolische Blutdruck der Männer bewegt sich in Ruhe beim ersten Meßtermin zwischen 125 mmHg und 130 mmHg, während der Stehphase liegt er über 130 mmHg, somit also wesentlich höher (durchschnittlich etwa 10 mmHg) als der der Frauen. Beim diastolischen Wert ist dieser Unterschied deutlich niedriger ausgeprägt (nur in der Liegephase etwa um 3 mmHg höher).

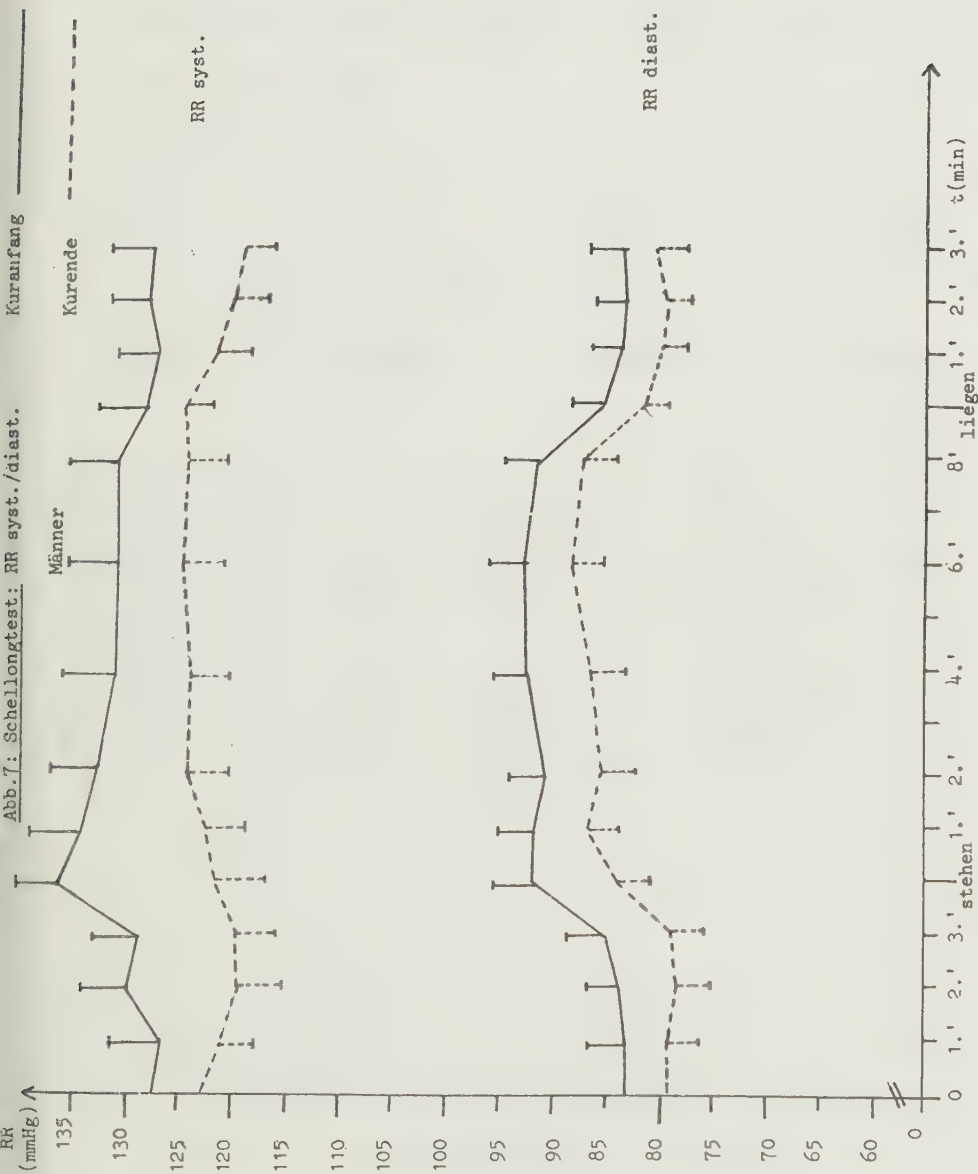
Die Blutdruckregulation mit Anstieg der systolischen und diastolischen Werte beim Positionswechsel Liegen - Stehen und Rückkehr zu den Ausgangswerten beim erneuten Hinlegen erfolgt in etwa wie beim Gesamtkollektiv, bzw. auch den Frauen. Die Normwerte nach SCHELLONG (s. Punkt 1.2.1) werden zum Kuranfang für RR syst./diast., zu Kurende nur für RR diast. leicht überschritten.

Tab. 14: RR syst./diast. Männer: Differenz der Mittelwerte von n= 11
Patienten 3. Minute liegen zu 1. Minute Stehen

<u>RR</u>	<u>Kuranfang</u>	<u>Kurende</u>
syst.	5,46 mmHg	3,17 mmHg
diast.	6,81 mmHg	7,70 mmHg

Hierin dürfte aber ebenfalls keine pathologische Ursachen zu sehen sein, da insbesondere beim systolischen Blutdruck im Laufe der Stehphase wieder eine Senkungstendenz zu beobachten ist, d. h. die Amplitude Liegen/Stehen wieder geringer wird.

Die Werte zu Kurende liegen unter denen zu Kurbeginn, die Unterschiede erweisen sich auf dem 5 %-Niveau nicht als signifikant. Auffällig ist der beim Aufstehen langsamer erfolgende und geringere Anstieg des systolischen Blutdruckes, so daß hier die Amplitude 3. Minute Liegen/ 1. Minute Stehen im Normbereich liegt. Die Standardabweichungen des Mittelwertes bleiben unter denen zu Kurbeginn.



Tab. 15: RR syst./diast. - Männer während des Schellongtestes:
Mittelwerte und Standardabweichungen des Mittelwertes der Daten
Kuranfang/Kurende

n = Anzahl der Patienten,

T = Zeitpunkt der Messungen in der jeweiligen Minute ('), bzw. Sekunde ("),

$\bar{x}$ = Mittelwert,

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes

<u>RR syst.</u>							<u>RR diast.</u>					
<u>Kuranfang</u>				<u>Kurende</u>			<u>Kuranfang</u>			<u>Kurende</u>		
T	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
0'	11	127,72	3,89	11	123,18	3,18	11	83,18	4,00	11	79,09	2,60
1'	11	126,82	4,83	11	120,91	3,15	11	83,18	3,65	11	79,09	2,68
2'	11	130	4,52	11	119,55	3,72	11	83,64	3,31	11	78,18	2,80
3'	11	129,09	4,46	11	119,55	3,27	11	85	3,75	11	78,63	2,79
steh.11		136,36	3,93	11	121,82	4,59	11	91,81	3,71	11	83,64	2,79
1'	11	134,55	4,34	11	122,72	3,65	11	91,81	3,58	11	86,36	2,62
2'	11	133,63	4,32	11	124,54	3,66	11	90,45	3,60	11	85,45	3,19
4'	11	131,81	5,28	11	124,09	3,43	11	92,72	3,40	11	86,36	3,17
6'	11	130,91	4,95	11	125	3,63	11	92,73	3,73	11	88,18	3,18
8'	11	130,91	4,90	11	124,55	3,60	11	91,36	2,95	11	87,27	2,97
lieg.11		128,64	4,72	11	125	2,43	11	85,45	3,27	11	81,36	2,03
1'	11	127,27	3,89	11	121,82	3,32	11	83,64	2,70	11	80	2,13
2'	11	128,64	3,82	11	120,45	3,12	11	83,18	3,04	11	79,55	1,96
3'	11	127,73	4,34	11	119,55	2,73	11	83,64	3,10	11	80,45	2,28

2. Darstellung der Ergebnisse der Fahrradergometrie

2.1. Verhalten der Herzfrequenz

Die Pulsfrequenz bei Trainierten ist in Ruhe niedriger als bei Untrainierten. Auch unter Belastung liegen für die gleiche Leistung die Pulsfrequenzen nach Training niedriger als bei Untrainierten, hervorgerufen durch eine entsprechende Erhöhung des Schlagvolumens (Nöcker (11)). Ob ein entsprechender Effekt bei unseren Patienten nachweisbar ist, soll ein Vergleich der jeweiligen Herzfrequenzkurven während der Fahrradergometrie zur Kurbeginn und zu Kurende zeigen.

Um zusätzlich eine Möglichkeit zur Überprüfung der Verbesserung der Leistungsfähigkeit unserer Patienten zu haben, wird die Wattzahl bei Puls 110 min^{-1} in Modifizierung nach WAHLUND und SJOSTRAND (7) errechnet. Der Vorteil dieser sogenannten PWC (physikal working capacity) liegt neben der Beurteilbarkeit im Submaximalbereich darin, daß man sich von motivationsabhängigen Faktoren beim Test unabhängig macht. Bei WAHLUND (7) bezieht sich die PWC als maximaler Ausbelastungstest auf die Leistung, die bei einer Frequenz von 170 min^{-1} erreicht wird. Er belastet dabei $6 \frac{1}{2}$ Minuten pro Wattstufe und erhöht um jeweils 50 Watt. Diese Bedingungen wollten wir unseren Patienten nicht zumuten, auch bestand keine Notwendigkeit, da ja nicht die maximale Leistungsfähigkeit, sondern der Trainingserfolg für submaximale Belastungen gefragt war. Dazu eignet sich auch die PWC bei einer Frequenz 110 min^{-1} . Diese wird von nahezu allen Patienten nach dreiminütiger Belastung bei 100 Watt erreicht. So ist nur in sieben Fällen eine Extrapolation der Wattzahl auf höhere Frequenzen nötig, was bei den häufiger üblichen PWC_{130} , PWC_{150} oder PWC_{170} bei allen Patienten geschehen müßte. Wenn auch die Frequenz in etwa linear mit der Leistung ansteigt, so soll doch nach ROST und HOLLMANN (8) nicht über 10 Herzschläge hinaus extrapoliert werden, um Verfälschungen zu vermeiden. So wurde die PWC_{110} eines jeden

Patienten nach der bei diesen Autoren angegebenen Formel berechnet:

$$FWC = W_1 + (W_2 - W_1) \cdot \frac{(P - P_1)}{(P_2 - P_1)}$$

Dabei bedeuten:

- P = angestrebte Pulsfrequenz, hier 110 min.⁻¹
W₁ = Belastungsstufe, auf der P gerade noch nicht erreicht wird
W₂ = Belastungsstufe, auf der P gerade überschritten wird
P₁ = Pulsfrequenz, gemessen bei W₁
P₂ = Pulsfrequenz, gemessen bei W₂

Von der FWC₁₁₀ aller 20 Patienten und dann getrennt nach Frauen und Männern wird jeweils wieder der arithmetische Mittelwert $\bar{x}$ mit der Standardabweichung $s_{\bar{x}}$ zu beiden Meßterminen berechnet und der Unterschied mittels des t-Testes für verbundene Stichproben auf Signifikanz überprüft.

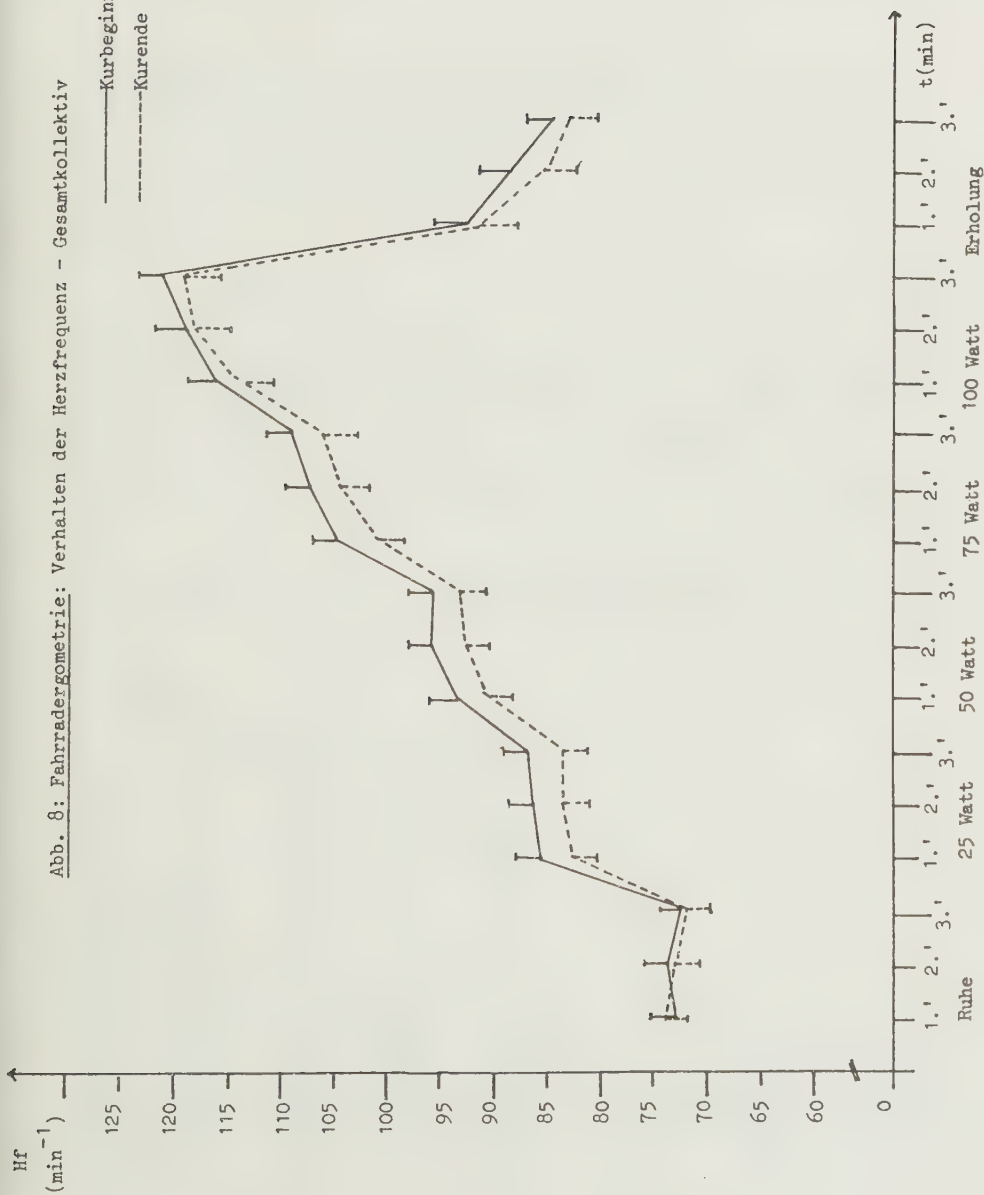
2.1.1. Gesamtkollektiv (s. Abb. 8)

Die Pulsfrequenz steigt vom Ruhepuls ausgehend den steigenden Belastungsstufen entsprechend treppenförmig an, wobei bei 75 Watt und 100 Watt zu Ende der jeweils 3. Minute die Kurve noch steigende Tendenz aufweist, d. h. noch keine steady state erreicht ist. In der Erholungsphase fällt der Puls steil ab, erreicht aber nach drei Minuten die Ruheaussgangswerte noch nicht.

Der Ruhepuls zu Kurende bleibt praktisch unverändert, während der Belastungsstufen liegen die Werte etwas niedriger, insbesondere in der Erholungsphase scheint die Rückkehr zum Ruhepuls schneller zu erfolgen. Der statistischen Überprüfung auf dem 5 % Signifikanzniveau halten diese Unterschiede jedoch nicht stand. Auch die Standardabweichung $s_{\bar{x}}$ des Mittelwertes zeigt keine verminderte Streuung im Vergleich zu Kurbeginn.

Abb. 8: Fahrradergometrie: Verhalten der Herzfrequenz - Gesamtkollektiv

— Kurbeginn
 ---- Kurende



Betrachtet man die PWC_{110} , so zeigt sich, daß zu Kurende bei Puls 110 min.⁻¹ eine um 6,63 Watt höhere Belastung geleistet werden kann, doch erweist sich diese verbesserte Leistungsfähigkeit ebenfalls als statistisch nicht signifikant (Daten s. Tab. 16).

Tab. 16: PWC_{110} - Gesamtkollektiv

Mittelwert $\bar{x}$ und Standardabweichung des Mittelwertes $s_{\bar{x}}$ von
n= 20 Patienten zu Kuranfang und Kurende

	$\bar{x}_{PWC_{110}}$	$s_{\bar{x}_{PWC_{110}}}$	Differenz
Kuranfang	80,06 Watt	5,64	6,63 Watt
Kurende	86,69 Watt	5,85	

Tab. 17: Herzfrequenz des Gesamtkollektivs während der Fahrradergometrie/
Mittelwerte und Standardabweichung des Mittelwertes der Daten
Kuranfang/Kurende

B = Belastungsstufe

T = Zeitpunkt der Messungen in der jeweiligen Minute ('),

n = Anzahl der Patienten,

$\bar{x}$ = Mittelwert in Herzschlägen min.⁻¹

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes

			<u>Kuranfang</u>			<u>Kurende</u>		
B	T	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	
Ruhe	1.'	20	73,1	2,06	20	73,7	2,19	
	2.'	20	73,65	2,07	20	73	2,22	
	3.'	20	72,55	2,19	20	71,9	2,05	
25. Watt	1.'	20	85,75	2,09	20	82,95	2,09	
	2.'	20	86,1	1,99	20	83,6	2,39	
	3.'	20	86,8	2,11	20	83,65	2,20	
50. Watt	1.'	20	93,55	2,32	20	90,5	2,16	
	2.'	20	96,05	1,97	20	92,5	2,17	
	3.'	20	95,65	2,07	20	93,25	2,38	
75. Watt	1.'	20	105,00	2,38	20	101,15	2,59	
	2.'	20	107,55	2,22	20	104,75	2,76	
	3.'	20	109,1	2,43	20	106,25	3,08	
100. Watt	1.'	20	116,3	2,68	20	114,15	3,07	
	2.'	19	119,21	2,52	20	118,2	3,35	
	3.'	19	121,16	2,49	20	119,55	3,59	
Erholung	1.'	20	92,95	2,73	20	91,65	3,62	
	2.'	20	88,8	2,67	20	85,65	3,25	
	3.'	20	84,85	2,28	20	83,25	2,76	

2.1.2 Frauen (s. Abb.9)

Von gleich hohen Ruhewerten wie das Gesamtkollektiv ausgehend (zwischen 70 min^{-1} und 75 min^{-1}) steigt die Herzfrequenz in ähnlicher Art und Weise bei den einzelnen Belastungsstufen an, erreicht aber insbesondere bei 75 und 100 Watt höhere Werte, als es beim gesamten Patientengut der Fall ist. (Spitzenwert bei 100 Watt: $127,63 \text{ min}^{-1}$ bei den Frauen/ $121,16 \text{ min}^{-1}$ beim Gesamtkollektiv)

Beim zweiten Meßtermin zeigt sich die Ruheherzschlagfrequenz unverändert, bei den Belastungsstufen 25 und 50 Watt eine leichte Senkung der Pulswerte, während sie bei 75 und 100 Watt wieder das Niveau wie zu Kurbeginn erreichen. Auffällig ist eine Zunahme der Standardabweichung bei diesen beiden Belastungsstufen, da sie bis zu diesem Zeitpunkt eher unter der zu Kurbeginn lag. Auch in der Erholungsphase zeigt die Kurve nur eine geringfügige Erniedrigung, so daß von einer echten Pulssenkung und damit Leistungssteigerung nicht gesprochen werden kann.

Dafür spricht auch die FWC_{110} , die zwar eine Steigerung um 4,83 Watt bei Puls 110 min^{-1} ergibt, die aber keinesfalls statistisch abzusichern ist.

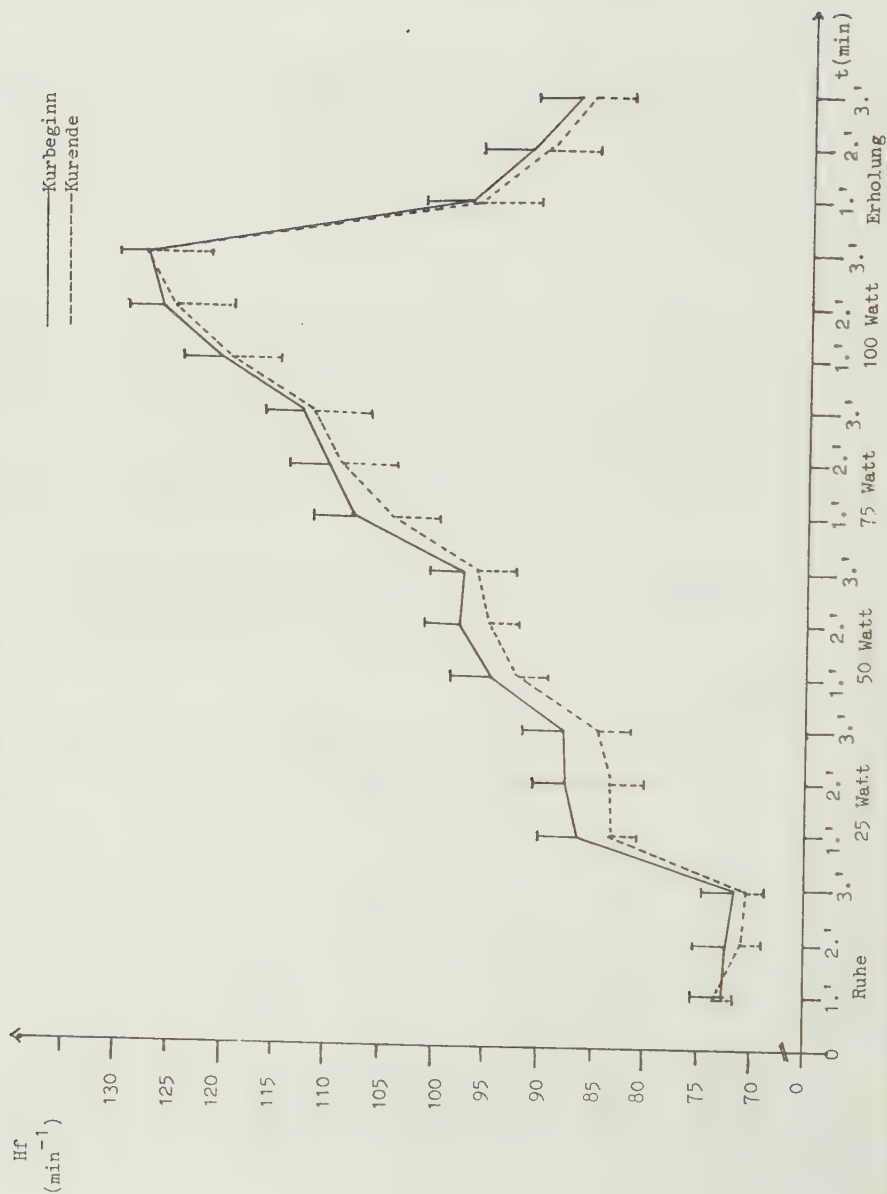
Tab. 18: FWC_{110} - Frauen

Mittelwert $\bar{x}$ und Standardabweichung des Mittelwertes $s_{\bar{x}}$
von $n = 9$ Patientinnen zu Kuranfang und Kurende

	$\bar{x}_{\text{FWC}_{110}}$	$s_{\bar{x}}_{\text{FWC}_{110}}$	Differenz
Kuranfang	72,23 Watt	5,45	
Kurende	77,06 Watt	8,24	4,83 Watt

Die im Vergleich zu allen Patienten höhere Frequenz der Frauen bei den oberen Belastungsstufen spiegelt sich hier in der niedrigeren FWC_{110} wieder. (vgl. mit Tab. 16)

Abb. 9: Fahrradergometrie: Verhalten der Herzfrequenz - Frauen



Tab. 19: Herzfrequenz der Frauen während der Fahrradergometrie/Mittelwerte und
----- Standardabweichung des Mittelwertes der Daten Kuranfang/Kurende

B = Belastungsstufe;

T = Zeitpunkt der Messungen in der jeweiligen Minute (');;

n = Anzahl der Patienten;

$\bar{x}$ = Mittelwert in Herzschlägen min^{-1}

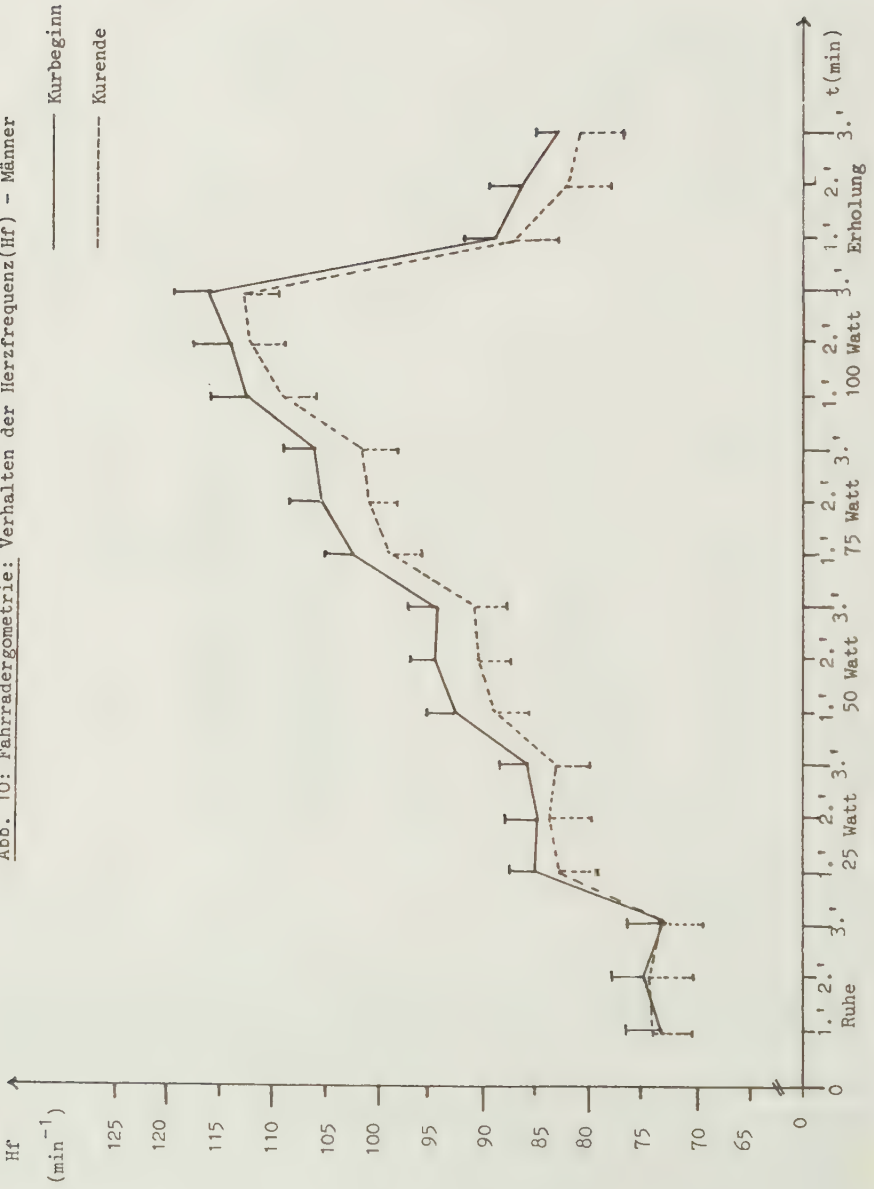
$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes

<u>Kuranfang</u>					<u>Kurende</u>		
B	T	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Ruhe	1.'	9	72,55	2,93	9	73,11	2,18
	2.'	9	72,11	3,10	9	71,00	2,10
	3.'	9	72,00	3,16	9	70,44	1,78
25 Watt	1.'	9	86,44	3,59	9	83,11	2,26
	2.'	9	87,44	2,91	9	83,33	3,25
	3.'	9	87,66	3,52	9	84,66	2,96
50 Watt	1.'	9	94,77	3,77	9	92,33	2,76
	2.'	9	97,66	3,38	9	94,88	3,03
	3.'	9	97,22	3,35	9	96,00	3,42
75 Watt	1.'	9	107,88	3,95	9	104,11	4,33
	2.'	9	110,33	3,60	9	109,33	4,88
	3.'	9	112,88	3,75	9	111,88	5,23
100 Watt	1.'	9	120,88	3,74	9	120,33	5,20
	2.'	8	126,25	3,16	9	125,44	5,85
	3.'	8	127,63	2,54	9	127,77	5,96
Erholung	1.'	9	97,33	4,38	9	96,88	6,12
	2.'	9	91,44	4,52	9	89,66	4,49
	3.'	9	87,00	4,11	9	85,77	3,77

2.1.3 Männer (s. Abb. 10)

Bei gleicher Ruheherzschlagfrequenz bleibt der Belastungspuls wesentlich unter dem der Frauen (Spitzenwert bei 100 Watt : $116,45 \text{ min}^{-1}$ bei den Männern; $127,63 \text{ min}^{-1}$ bei den Frauen), was für eine deutlich bessere Leistungsfähigkeit der Männer bereits zu Kurbeginn spricht. Zu Kurende sind die Ruhewerte unverändert, in den Belastungsstufen und der Erholungsphase liegt die Pulscurve jedoch niedriger als beim ersten Meßtermin. Im t-Test erweist sich diese Änderung aber nicht als statistisch signifikant. Auch die Standardabweichung des Mittelwertes zeigt keine Abnahme des Streuverhaltens. (Daten s. Tab. 21)

Abb. 10: Fahradergometrie: Verhalten der Herzfrequenz(Hf) - Männer



Die um 8,12 Watt gesteigerte PWC_{110} läßt nur einen Trend zur Leistungsverbesserung erkennen, eine statistisch gesicherte Aussage kann nicht getroffen werden.

Tab.20: PWC_{110} - Männer

	Mittelwert $\bar{x}_{PWC_{110}}$	$s_{\bar{x}_{PWC_{110}}}$	Differenz
Kuranfang	86,46 Watt	9,01	
Kurende	94,58 Watt	7,74	8,12 Watt

Tab.21: Herzfrequenz der Männer während der Fahrradergometrie/Mittelwerte und Standardabweichung des Mittelwertes der Daten Kuranfang/Kurende

B = Belastungsstufe;

T = Zeitpunkt der Messungen in der jeweiligen Minute (');

n = Anzahl der Patienten;

$\bar{x}$ = Mittelwert in Herzschlägen min^{-1} ;

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes;

x

B	T	n	Kuranfang		n	Kurende	
			$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Ruhe	1.'	11	73,55	3,01	11	74,18	3,66
	2.'	11	74,91	2,87	11	74,64	3,68
	3.'	11	73,00	3,15	11	73,09	3,48
25 Watt	1.'	11	85,18	2,56	11	82,82	3,43
	2.'	11	85,00	2,81	11	83,81	3,58
	3.'	11	86,09	2,68	11	82,82	3,29
50 Watt	1.'	11	92,55	3,01	11	89,00	3,25
	2.'	11	94,73	2,35	11	90,55	3,08
	3.'	11	94,36	2,67	11	91,00	3,29
75 Watt	1.'	11	102,64	2,86	11	98,73	3,10
	2.'	11	105,27	2,74	11	101,00	2,75
	3.'	11	106,00	3,02	11	101,64	3,18
100 Watt	1.'	11	112,55	3,54	11	109,09	3,04
	2.'	11	114,09	2,92	11	112,27	2,92
	3.'	11	116,45	3,27	11	112,82	3,37
Erholung	1.'	11	89,36	3,23	11	87,36	4,07
	2.'	11	86,64	3,21	11	82,36	4,58
	3.'	11	83,09	2,17	11	81,18	3,99

2.2. Systolischer und diastolischer Blutdruck während der Fahrradergometrie

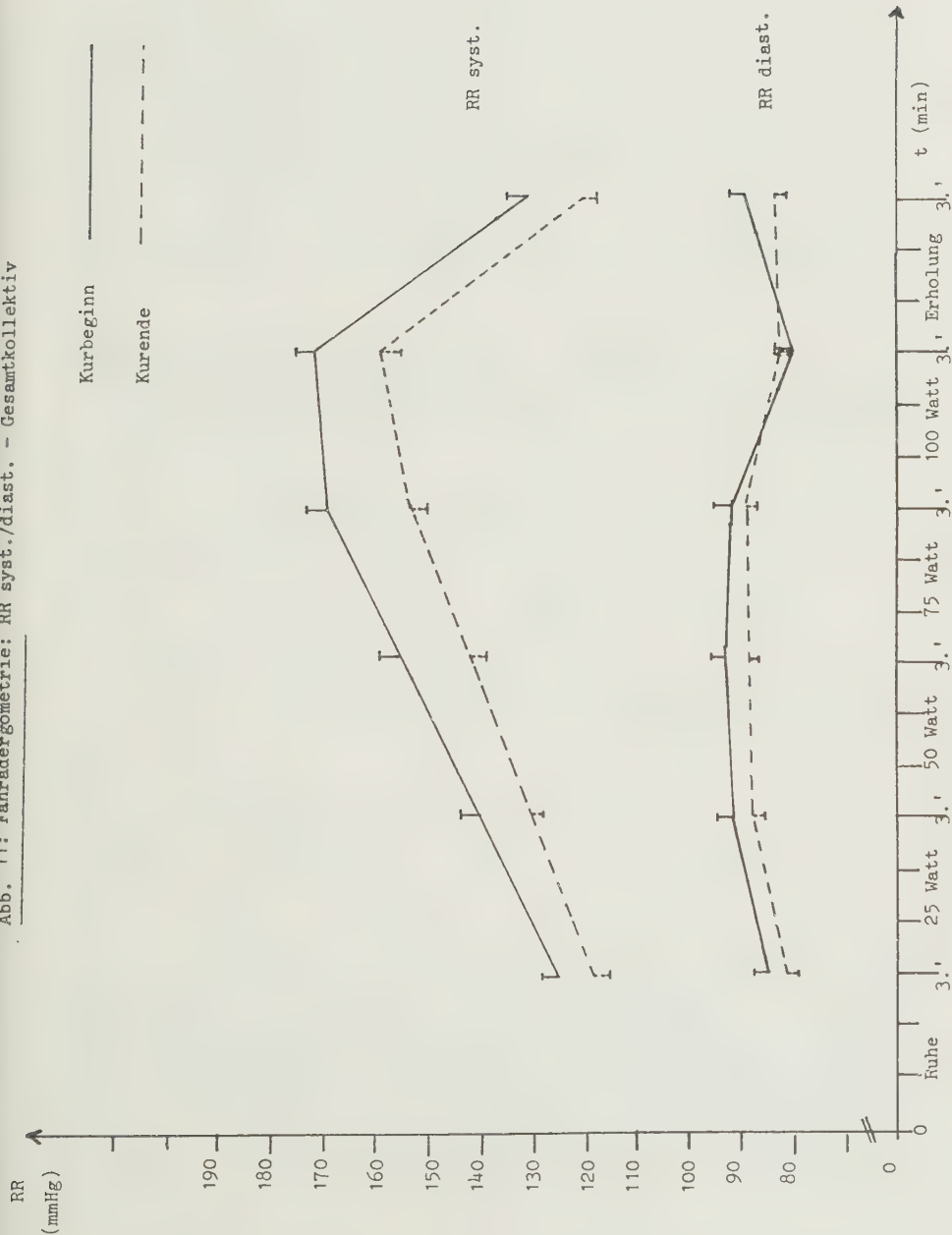
Die Messung des Blutdruckes erfolgte, wie bereits beschrieben, indirekt nach der Methode von Riva-Rocci. Dies erwies sich bei der Ermittlung des diastolischen Blutdruckes als problematisch, da unter Belastung teilweise noch Korotkoff-Töne gehört werden können, wenn der Manschettendruck bereits auf Null abgefallen ist. Dieses Problem ist als sogenanntes "Nullphänomen" (ROST und HOLLMANN (8)) bekannt. Deshalb kann bei indirekter Messung der diastolische Blutdruck verschiedentlich zu niedrig gemessen worden sein, weshalb aus diesem methodischen Grund die Interpretation der Daten unter Vorbehalt erfolgen muß. Der systolische Druck wird dagegen auch unter Belastung mit der indirekten Messung richtig wiedergegeben, wie Untersuchungen obig genannter Autoren zeigen.

2.2.1. Gesamtkollektiv (s. Abb. 11)

Der systolische Blutdruck steigt bis zur Belastungsstufe 75 Watt annähernd linear an, zeigt nochmals einen leichten Anstieg bei 100 Watt und fällt in der Erholungsphase steil ab, um nach drei Minuten wieder fast den Ausgangswert zu erreichen. Der Ruhewert in der 3. Minute auf dem Fahrrad sitzend liegt mit 124,75 mmHg nur leicht höher als der Ruhewert 3. Minute liegend während des Schellongtestes mit 122,5 mmHg.

Zu Kurende erfolgt dieses Blutdruckverhalten in analoger Weise, jedoch bei niedrigeren Werten. Mit Ausnahme des Ruhewertes erweisen sich diese Unterschiede als signifikant auf dem 5%- Niveau. Dieser liegt mit 117,75 mmHg zwar um 7 mmHg niedriger und verhält sich damit fast gleich wie der Ruhewert beim Schellongtest (115/25 mmHg / Differenz 7,25 mmHg); bei beiden Untersuchungen sind die Differenzen des systolischen Blutdruckes in Ruhe nicht statistisch signifikant.

Abb. 11: Fahrradergometrie: RR syst./diast. - Gesamtkollektiv



Betrachtet man die Kurven des diastolischen Blutdruckes unter dem Vorbehalt der meßtechnisch verminderten Aussagekraft, so zeigt sich bei steigender Belastung bis 75 Watt ein mäßiger Druckanstieg. Der Knick bei der 100 Watt-Stufe, also bei der höchsten Belastung mit den höchsten Herzfrequenzen, dürfte auf dem obig erwähnten Nullphänomen beruhen und somit ein Artefakt sein. Vergleicht man wieder den Ruhewert mit dem des Schellongtestes, dann liegt er hier mit 84 mmHg gegenüber 80, 75 mmHg um 3,25 mmHg höher, eine Differenz die auch beim zweiten Meßtermin mit 4,5 mmHg sich kaum geändert hat.

(81 mmHg gegenüber 76,5 mmHg). Die Ruhewerte RR syst./diast. ändern sich im Kurvenverlauf also in beiden Tests in gleicher Weise.

Die zur Darstellung kommende Senkung von RR diast. zu Kurende erweist sich nicht als statistisch signifikant. Die Standardabweichung des Mittelwertes nimmt sowohl bei RR syst. als auch bei RR diast. zu Kurende ab.

(Daten s. Tab. 22)

Tab. 22: Fahrradergometrie: RR syst./diast.- Gesamtkollektiv

Mittelwerte $\bar{x}$ und Standardabweichung $s_{\bar{x}}$ des Mittelwertes in mmHg der Daten Kuranfang/Kurende

B = Belastungsstufe;

T = Zeitpunkt der Messungen in der jeweiligen Minute (');

n = Anzahl der Patienten

		<u>RR syst.</u>				<u>RR diast.</u>							
		<u>Kuranfang</u>				<u>Kurende</u>		<u>Kuranfang</u>				<u>Kurende</u>	
B	T	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$		
Ruhe	3.'	20	124,25	3,31	20	117,75	2,53	84,00	2,68	81,00	1,84		
25 Watt	3.'	20	139,00	3,64	20	129,75	1,87	91,00	2,92	87,25	2,07		
50 Watt	3.'	20	154,25	4,03	20	141,00	2,50	92,25	2,94	88,00	1,75		
75 Watt	3.'	20	169,00	4,03	20	153,50	2,81	92,00	3,11	89,50	1,85		
100 Watt	3.'	19	172,11	3,57	20	159,50	3,50	80,53	3,06	83,75	1,62		
Erholung	3.'	20	131,25	3,51	20	120,75	2,70	89,25	2,39	84,50	1,95		

2.2.2. Frauen (s. Abb. 12)

Der Verlauf der Kurven für systolischen und diastolischen Blutdruck gleicht dem des Gesamtkollektivs. Ähnlich wie beim Schellongtest (vgl. Punkt 1.2.2.) liegt der syst. Blutdruck der Frauen sowohl in Ruhe, als auch unter Belastung deutlich unter den Mittelwerten, die sich für alle Patienten berechnen. (RR syst. Ruhewert/Frauen: 116,66 mmHg (Kurbeginn); Ruhewert/gesamt: 124,25 mmHg (Kurbeginn); 100 Watt/ Frauen: 165,63 mmHg (Kurbeginn); 100 Watt/ gesamt: 172,11 mmHg)

Entsprechendes gilt für den diastolischen Druck (RR diast. Ruhewert/ Frauen: 78,33 mmHg (Kurbeginn); Ruhewert/gesamt: 84 mmHg (Kurbeginn); 100 Watt/Frauen: 73,75 mmHg; 100 Watt/gesamt: 80,53 mmHg (jeweils zu Kurbeginn)). Auch hier ist bei der 100 Watt Belastungsstufe wieder ein Knick zu sehen, dem die schon besprochene Ursache zugrunde liegt. Nach Abschluß der Kur zeigt sich für alle Werte mit Ausnahme RR diast./ 100 Watt eine Senkung, die jedoch im Gegensatz zum Gesamtkollektiv sich zu keinem Zeitpunkt als statistisch signifikant erweist. Die Standardabweichung des Mittelwertes nimmt zu Kurende ab.

Tab. 23: Fahrradergometrie: RR syst./diast.-Frauen

Mittelwert $\bar{x}$ in mmHg und Standardabweichung $s_{\bar{x}}$ des Mittelwertes der Daten Kuranfang/Kurende

B = Belastungsstufe;

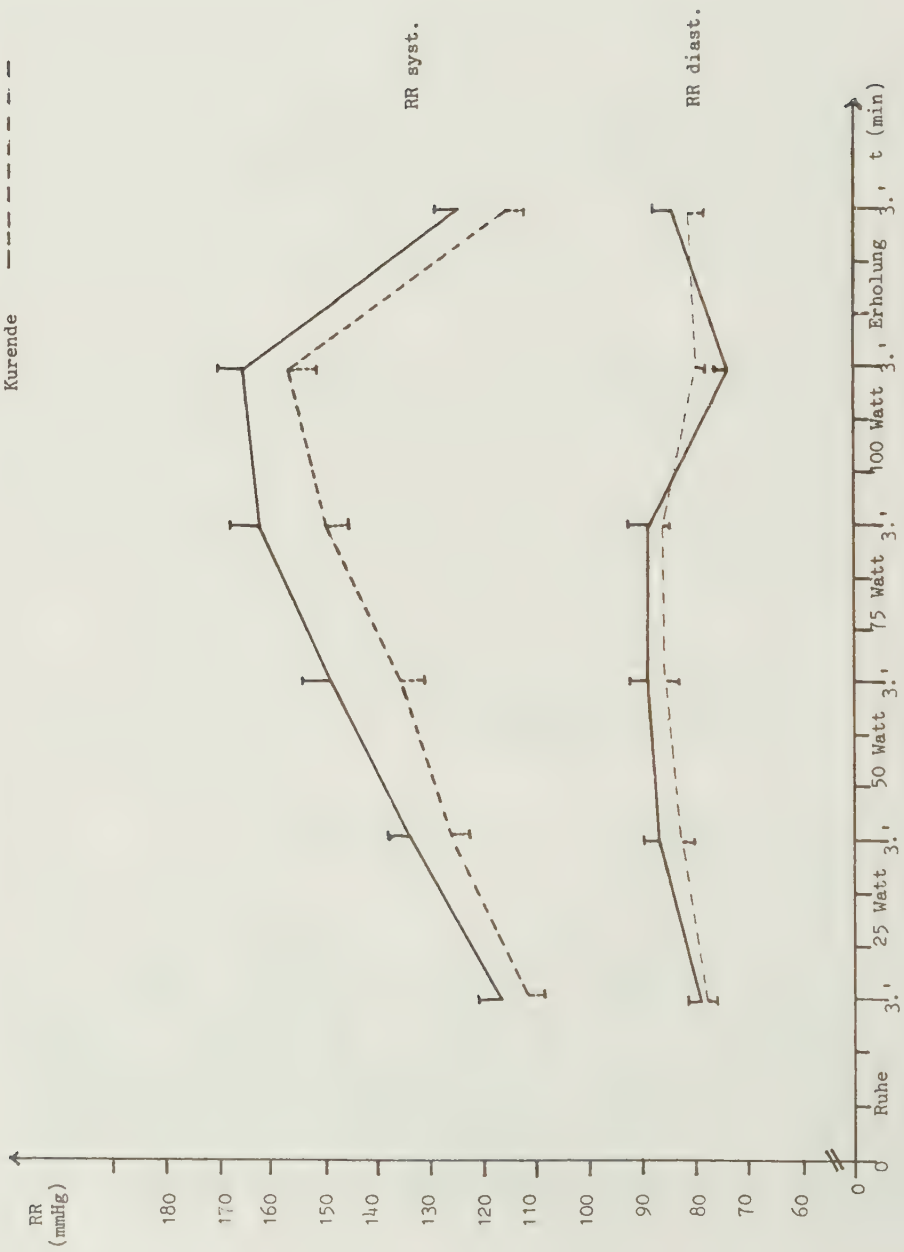
T = Zeitpunkt der Messungen in der jeweiligen Minute (');

n = Anzahl der Patienten

RR syst.						RR diast.					
Kuranfang				Kurende		Kuranfang				Kurende	
B	T	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Ruhe	3.'	9	116,16	4,33	9	110,55	2,56	78,33	2,88	77,22	1,70
25 Watt	3.'	9	133,33	4,79	9	126,66	2,5	86,66	3,00	82,22	2,06
50 Watt	3.'	9	148,33	5,89	9	135,55	3,86	89,44	3,38	85,55	1,55
75 Watt	3.'	9	162,77	6,19	9	150,00	3,99	88,88	4,06	86,11	1,11
100 Watt	3.'	8	165,63	4,86	9	157,22	5,27	73,75	2,95	80,56	1,55
Erholung	3.'	9	125,00	4,86	9	115,56	3,27	84,44	3,17	81,67	2,20

Abb. 12: Fahrradergometrie: RR syst./diast. - Frauen

Kurbeginn ———
Kurende - - -



2.2.3. Männer (s. Abb. 13)

Der systolische Blutdruck der Männer ist deutlich höher als der der Frauen. Dies gilt für Ruhe- und Belastungswerte. (RR syst.: Ruhewert/Frauen: 116,66 mmHg; Ruhewert/Männer: 131,36 mmHg; 100 Watt/Frauen: 165,63 mmHg; 100 Watt/Männer: 176,81 mmHg - Daten jeweils zu Kurbeginn) Für den diastolischen Blutdruck trifft entsprechendes zu (RR diast.: Ruhewert/Frauen: 78,33 mmHg; Ruhewert/Männer: 88,63 mmHg; 100 Watt/Frauen: 73,75 mmHg; 100 Watt/Männer: 85,45 mmHg - Daten ebenfalls zu Kurbeginn), wobei bei der höchsten Belastungsstufe das bereits bekannte Absinken auf niedrigere Werte zu beobachten ist.

Zum zweiten Meßtermin liegen alle Werte auf einem niedrigeren Niveau. Die Unterschiede für den systolischen Blutdruck erweisen sich auf den Belastungsstufen 50,75, 100 Watt als statistisch signifikant auf dem 5 % Niveau. Die Standardabweichung des Mittelwertes nimmt sowohl für den systolischen als auch den diastolischen Blutdruck zu Kurende ab.

Tab. 24: Fahrradergometrie: RR syst./diast.- Männer

Mittelwert $\bar{x}$ in mmHg und Standardabweichung $s_{\bar{x}}$ des Mittelwertes der Daten Kuranfang/Kurende

B = Belastungsstufe;
T = Zeitpunkt der Messungen in der jeweiligen Minute (');
n = Anzahl der Patienten

<u>RR syst.</u>						<u>RR diast.</u>					
			<u>Kuranfang</u>						<u>Kurende</u>		
B	T	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Ruhe	3. '	11	131,36	3,99	11	123,64	3,17	88,64	3,82	84,09	2,76
25 Watt	3. '	11	143,64	5,09	11	132,27	2,55	94,54	4,55	91,36	2,87
50 Watt	3. '	11	159,09	5,3	11	144,54	3,33	95,45	4,49	90,00	2,86
75 Watt	3. '	11	174,09	5,03	11	156,36	3,87	94,59	4,59	92,27	3,04
100 W.	3. '	11	176,81	4,73	11	161,36	4,82	85,45	4,34	86,36	2,44
Erhol.	3. '	11	134,54	4,23	11	125,00	3,75	93,18	3,11	86,81	3,27

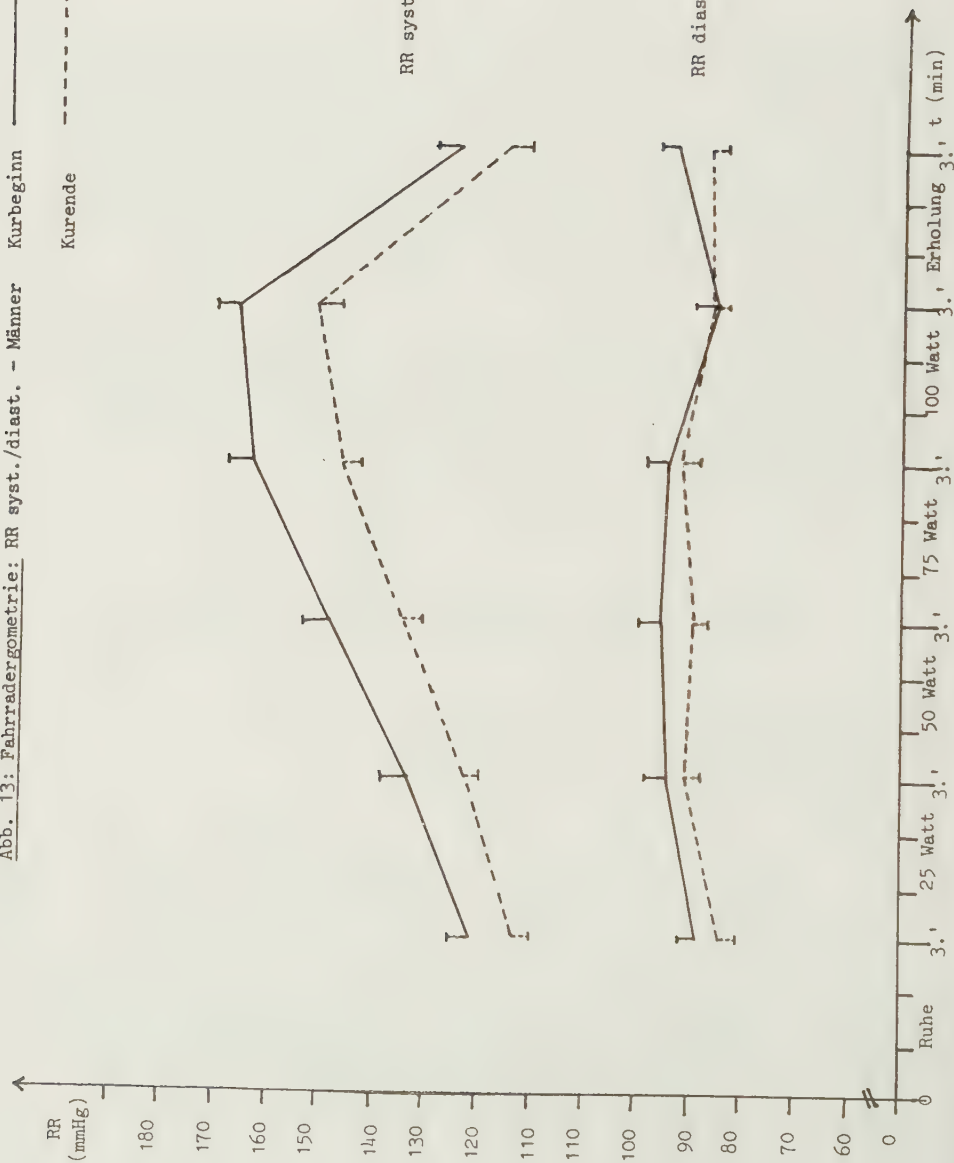
Abb. 13: Fahrradergometrie: RR syst./diast. - Männer

Kurbeginn

Kurende

RR syst.

RR diast.



2.3. Extrasystolen während der Fahrradergometrie

Bei insgesamt sechs Patienten konnten ausschließlich während der Belastungsphase und der anschließenden Erholung ventrikuläre Extrasystolen beobachtet werden. Bei einer Patientin hatte das Auftreten einer Salve solcher Extrasystolen während der Belastungsstufe 100 Watt am ersten Meßtermin den Abbruch zur Folge. Dies führte zu sofortiger Rhythmusnormalisierung. Die Patientin selbst hatte subjektiv keine Beschwerden, ihr Ruhe-Ekg war unauffällig, auch hatte sie nie über Herzbeschwerden zu klagen. Beim zweiten Meßtermin trat bei ihr keine Extrasystole mehr auf. Bei allen anderen Patienten konnten zu keinem Zeitpunkt derartige Rhythmusstörungen registriert werden.

Tab. 25: Häufigkeit ventrikulärer Extrasystolen von sechs Patienten während der Fahrradergometrie im Vergleich Kuranfang/Kurende

Anzahl ventr. Extrasystolen zu

	<u>Kuranfang</u>	<u>Kurende</u>
Patient 1:	7	1
2:	3	0
3:	4	1
4:	35	0
5:	7	3
6:	3	2

3. Ergebnisse der Herzfrequenzprofilermittlung beim Schwimmen mittels

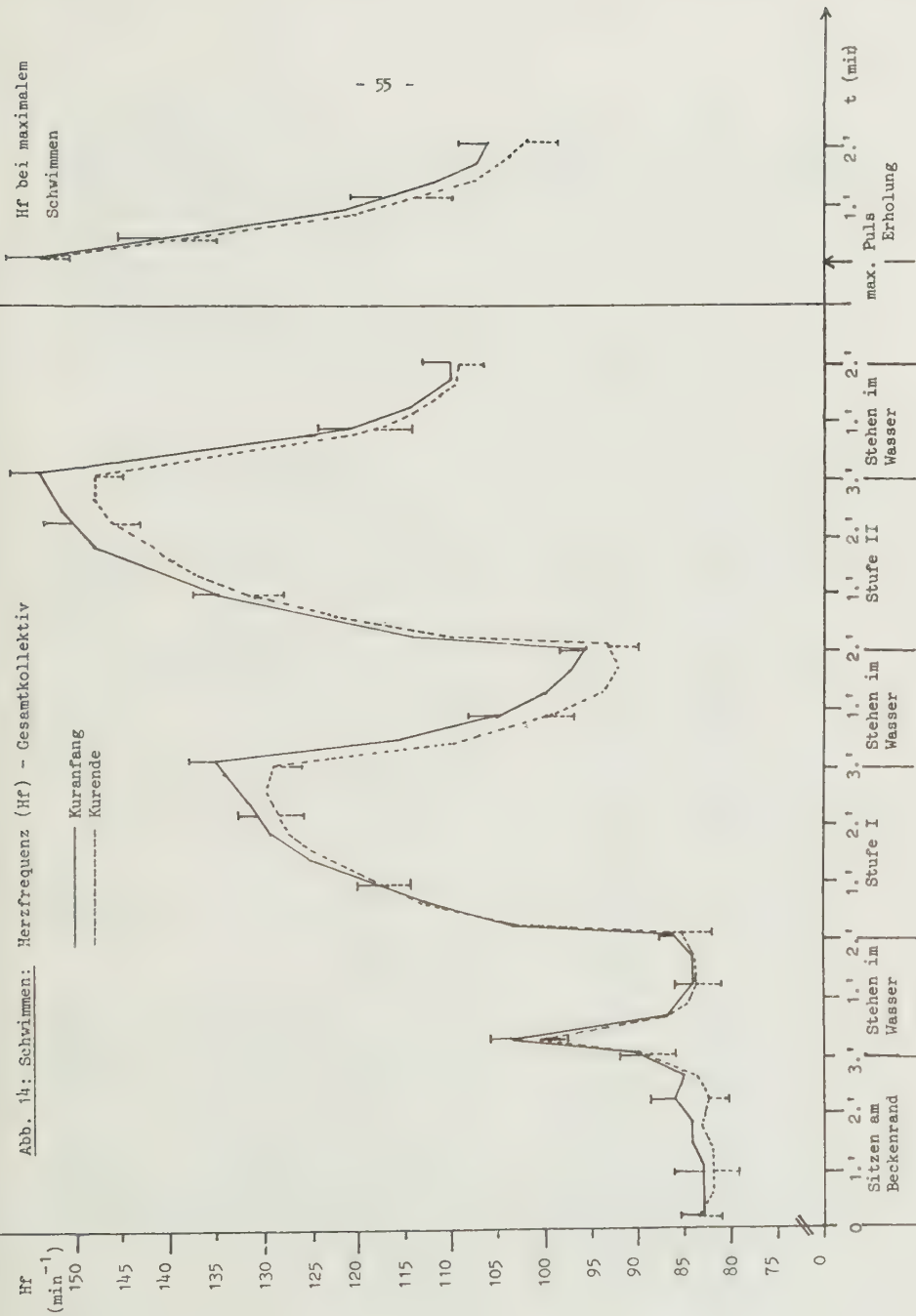
Telemetrie

3.1. Gesamtkollektiv (s. Abb. 14)

Im Vergleich zur Fahrradergometrie, bei der die Patienten in der Ruhephase ebenfalls drei Minuten saßen, liegen hier die Ruhepulswerte etwa um 10 Schläge/min höher (vgl. mit Abb. 8). Dies führe ich auf die psychische Anspannung der Probanden zurück. Während die Fahrradergometrie für die meisten von ihnen etwas Bekanntes war und die Untersuchung in der Abgeschlossenheit der Arztpraxis stattfand, war dieser Versuch für alle neu und unbekannt. Zudem fand er während der normalen Öffnungszeiten im Hofbad statt, so daß ständig eine stattliche Zahl von Zuschauern anwesend war. Diese äußeren Umstände konnten natürlich nicht umgangen werden. Ein weiteres psychisches Streßmoment war meiner Ansicht nach bei der Abschlußuntersuchung die persönliche Motivation einzelner Patienten, es beim zweiten Mal "besser" machen zu wollen, insbesondere beim Schwimmen mit maximaler Kraft.

Der kurzfristige Pulsanstieg beim Übergang vom Sitzen am Beckenrand zum Stehen im Wasser ist durch die orthostatische Kreislaufregulation beim Aufstehen bedingt, wie es ähnlich beim Schellongtest zu sehen ist. Zudem erfordert auch das Hineinklettern in das Wasser eine gewisse Anstrengung, die zu einem Pulsanstieg führt. Der innerhalb von etwa 30 Sekunden erfolgte Abfall der Herzfrequenz auf das Niveau der vorherigen Ruhepulswerte an Land dürfte eine Folge der bekannten sogenannten "Immersionsbradykardie" sein, (MAGEL et. al. (12), HOLMER (13), BECKER u. MOCELLIN (14), HULLEMANN (15)). Analog dem Verhalten beim Schellongtest (vgl. Abb. 2) wäre beim Stehen eine gegenüber dem Sitzen höhere Pulszahl zu erwarten.

Abb. 14: Schwimmen: Herzfrequenz (Hf) - Gesamtkollektiv



Hf bei maximalem Schwimmen

max. Puls Erholung

Stehen im Wasser

Stehen im Wasser

Stehen im Wasser

Sitzen am Beckenrand

Die in der Graphik zur Darstellung kommenden Unterschiede zwischen Kurbeginn und Kurende sind nur geringfügig. Lediglich das Erreichen des "steady state" Zustandes, das heißt das Einspielen auf etwa konstante Pulswerte bei gleichbleibender Belastung, scheint zu Kurende bei beiden Belastungsstufen etwas früher und bei niedrigeren Werten zu erfolgen. Auffällig ist die Tatsache, daß bei Kuranfang zu Ende der dritten Minute bei beiden Belastungsstufen die Herzfrequenz noch steigende Tendenz aufweist, während zu Kurende hier bereits ein Plateau erreicht ist. Diese Unterschiede erweisen sich jedoch in keinem Fall als statistisch signifikant.

Beim Schwimmen mit maximaler Kraft können nur die maximalen Pulswerte und der Abfall während einer zweiminütigen Erholungsphase gezeigt werden. Die Anstiegsflanke als Mittelwerte aller Patienten zu errechnen war nicht möglich, da die Schwimmzeit bis zum Erreichen eines größtmöglichen Wertes auf der Meßskala jeweils verschieden lang war. So wurden insgesamt Pulsspitzenwerte erreicht, die auf der Höhe derer nach dreiminütiger Belastung bei Stufe II lagen. Statistisch gesicherte Unterschiede Kuranfang zu Kurende konnten nicht festgestellt werden, wenn auch die Erholungsphase zu Kurende schneller und zu niedrigeren Werten zu erfolgen scheint.

Die erreichten Spitzenwerte beim Schwimmen mit maximaler Kraft gegen den Widerstand lagen zu

- Kurbeginn bei 6,8 Teilstrichen auf der Meßlatte

- Kurende bei 7,7 Teilstrichen auf der Meßlatte,

was bei praktisch gleicher Herzfrequenz eine Tendenz zur Leistungssteigerung erkennen läßt. Statistisch sichern läßt sich diese Differenz nicht.

(Daten des Schwimmversuchs - Gesamtkollektiv siehe folgende Tabelle 26)

Tab. 26: Herzfrequenz ($\text{Hf} \cdot \text{min}^{-1}$) während des Ablaufes des Schwimmversuchs
----- bei den Belastungsstufen I und II und beim Schwimmen mit maximaler Kraft: Mittelwerte und Standardabweichung des Mittelwertes der Daten zu Kuranfang/Kurende - Gesamtkollektiv

n = Anzahl der Patienten;

T = Zeitpunkt der Messungen in der jeweiligen Sekunde ("), Abstände 12" bzw. 24" bedingt durch die Liniatur des Schreiberpapiers und die Vorschubgeschwindigkeit, wobei bei schnellen Hf - Änderungen die kürzeren Abstände gewählt wurden;

$\bar{x}$ = Mittelwert der Hf'min⁻¹);

s_x = Standardabweichung des Mittelwertes

	<u>Kuranfang</u>				<u>Kurende</u>			
	T	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	
3 Minuten Sitzen am Beckenrand	12"	19	83,37	2,41	19	83,47	2,24	
	36"	19	83,47	2,69	19	82,84	2,37	
	60"	19	83,21	2,75	19	82,05	2,47	
	24"	19	84,05	2,41	19	82,32	2,34	
	48"	19	84,42	2,41	19	83,00	2,45	
	12"	19	86,32	2,54	19	82,58	2,18	
2 Minuten Stehen im Wasser	36"	19	85,05	2,20	19	83,79	1,95	
	60"	19	90,10	2,11	19	89,21	2,82	
	12"	19	103,89	2,15	19	100,63	2,85	
	24"	19	95,05	1,99	19	94,37	2,84	
	36"	19	88,58	1,93	19	88,80	2,58	
	48"	19	86,11	1,97	19	85,37	2,38	
3 Minuten Schwimmen bei Stufe I	12"	19	84,74	1,77	19	84,58	2,52	
	36"	19	84,79	1,76	19	84,79	3,04	
	60"	19	86,00	1,46	19	85,47	3,29	
	12"	19	103,63	2,36	19	102,53	3,26	
	36"	19	112,74	1,89	19	113,58	2,66	
	60"	19	119,37	1,92	19	119,89	2,57	
Pause 1 mit 2 Min. Stehen im Wasser	24"	19	125,47	2,40	19	123,89	2,57	
	48"	19	129,26	2,75	19	127,32	2,71	
	12"	18	131,38	2,42	19	128,95	2,70	
	36"	18	133,89	2,71	19	130,00	2,76	
	60"	18	135,00	3,04	18	128,83	2,67	
	24"	19	116,58	3,00	19	110,05	3,03	
3 Minuten Schwimmen bei Stufe II	48"	19	105,79	3,19	19	101,58	3,24	
	12"	19	100,11	2,89	19	94,42	3,28	
	36"	19	97,63	2,64	19	92,21	3,23	
	60"	19	96,63	2,58	19	93,05	3,12	
	12"	19	114,00	2,17	19	110,47	3,20	
	36"	19	126,74	3,07	19	123,53	2,91	
Pause 2 mit 2 Minuten Stehen im Wasser	60"	19	136,00	2,66	19	132,53	2,81	
	24"	19	142,53	2,63	19	138,53	2,53	
	48"	18	148,00	3,07	18	142,39	2,57	
	12"	18	150,78	3,03	18	146,33	2,60	
	36"	18	152,89	3,00	18	148,94	2,82	
	60"	18	154,11	2,94	18	148,94	2,79	
	24"	19	134,89	3,28	19	134,37	2,96	
	48"	19	121,89	3,35	19	118,84	3,87	
	12"	19	114,00	3,24	19	113,79	3,19	
	36"	19	110,74	3,17	19	109,95	3,07	
	60"	19	110,00	3,14	19	109,26	2,61	

Herzfrequenz beim Schwimmen mit maximaler Kraft

		<u>Kuranfang</u>			<u>Kurende</u>		
	T	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
max.	Hf	19	154,16	3,48	19	154,00	3,03
	24"	19	136,53	3,80	19	135,47	3,67
2 Minuten	48"	19	122,16	3,53	19	119,58	3,31
Stehen im	12"	19	113,58	3,39	19	109,05	3,70
Wasser	36"	19	107,79	3,50	19	104,68	3,65
	60"	19	105,89	3,10	19	101,84	3,31
Beim Schwimmen mit max. Kraft erreichte Teilstriche auf der Meßskala		19	6,85	0,84	19	7,74	0,90

3.2. Frauen (s. Abb. 15)

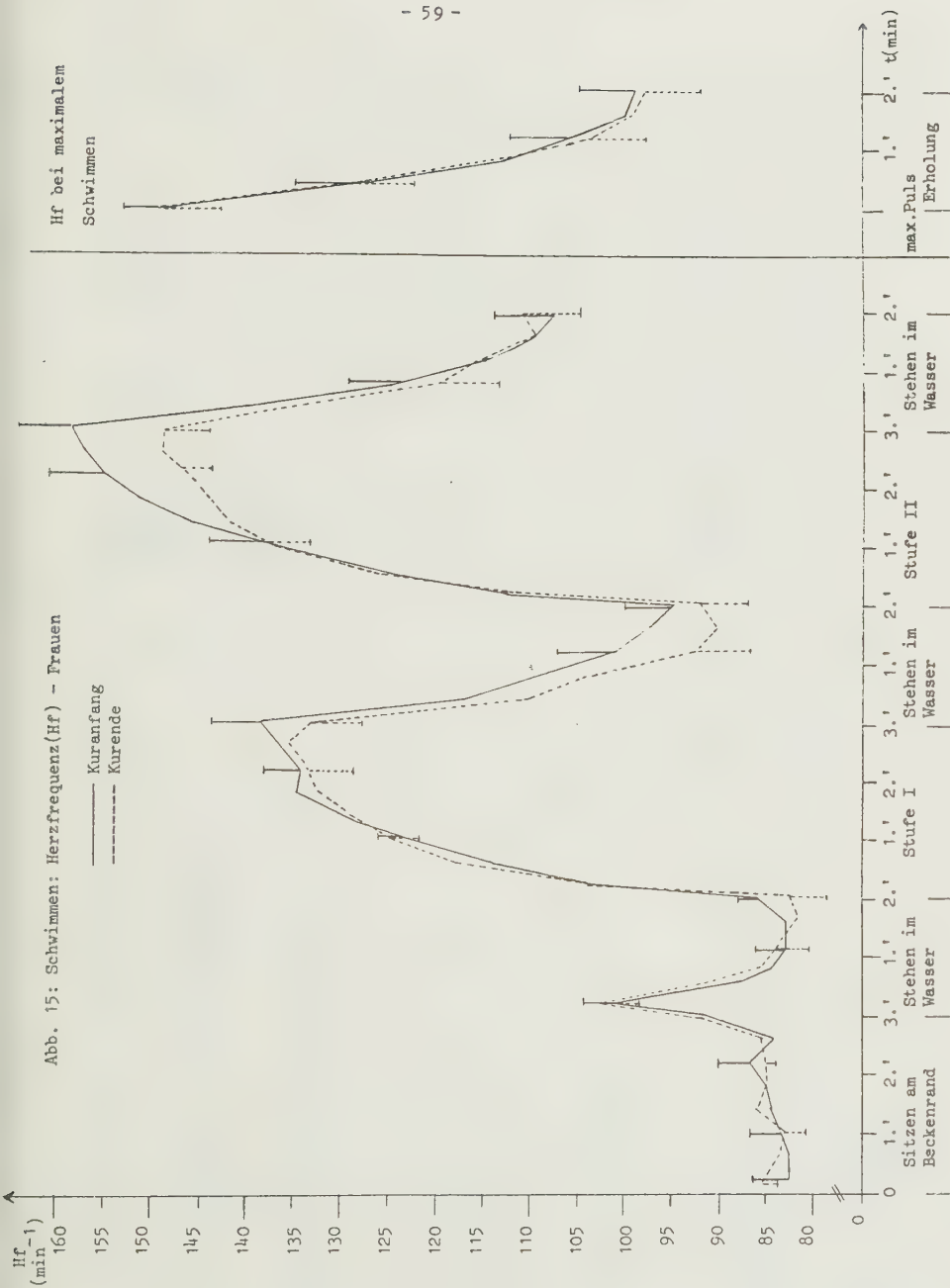
Das Herzfrequenzverhalten der Frauen ist prinzipiell gleich dem des Gesamtkollektivs. Während der Puls in Ruhe ebenfalls Werte um 85 min^{-1} aufweist, benötigen die Frauen im Unterschied zum Gesamtkollektiv für die beiden Belastungsstufen höhere Frequenzen, ähnlich wie bei der Fahrradergometrie (Spitzenwert bei Stufe I/Kurbeginn: Gesamtkollektiv: 135 min^{-1} ; Frauen: $138,86 \text{ min}^{-1}$; bei Stufe II/Kurbeginn: Gesamtkollektiv: $154,11 \text{ min}^{-1}$, Frauen: $158,43 \text{ min}^{-1}$).

Der Vergleich Kuranfang/Kurende zeigt einen nahezu identischen Kurvenverlauf in den Ruhephasen zu Land und im Wasser und im Anstiegsbereich der beiden Belastungsstufen. Lediglich in der Erholungsphase nach der Belastungsstufe I und gegen Ende der Belastungsstufe II ist ein größerer Unterschied gegenüber dem ersten Meßtermin festzustellen, der jedoch statistisch nicht signifikant ist. Auffällig ist die Tatsache, das insbesondere während der Belastungsstufen und den anschließenden Erholungsphasen die Streuung um den Mittelwert zu beiden Meßterminen höher liegt, als dies beim Gesamtkollektiv der Fall ist.

Abb. 15: Schwimmen: Herzfrequenz(Hf) - Frauen

Hf bei maximalem Schwimmen

_____ Kuranfang
_____ Kurende



Beim Schwimmen mit maximaler Kraft sind die Kurven für beide Meßtermine praktisch identisch. Es werden jedoch nicht die Spitzenwerte erreicht, die auf dem Niveau der Belastungsstufe II beim ersten Meßtermin liegen, wie beim Gesamtkollektiv, sondern auf dem der Stufe II beim zweiten Meßtermin.

Die Leistung konnte bei unveränderten Pulswerten von

- 3,93 Teilstrichen auf der Meßplatte bei Kurbeginn auf

- 4,98 Teilstriche auf der Meßplatte zu Kurende gesteigert werden.

Dieser Unterschied kann statistisch nicht abgesichert werden.

Auch hier liegt die Streuung um den Mittelwert sowohl zu Kuranfang als auch zu Kurende höher als beim gesamten Patientengut.

(Daten siehe folgende Tabelle)

Tab. 27: Herzfrequenz ($\text{Hf} \cdot \text{min}^{-1}$) während des Ablaufes des Schwimmversuchs
----- bei den Belastungsstufen I und II und beim Schwimmen mit maximaler Kraft: Mittelwerte und Standardabweichungen des Mittelwertes der Daten Kuranfang/Kurende - Frauen

n = Anzahl der Patienten;

T = Zeitpunkt der Messungen;

$\bar{x}$ = Mittelwert der $\text{Hf} \cdot \text{min}^{-1}$;

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes;

			<u>Kuranfang</u>		n	<u>Kurende</u>	
	T	N	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
3 Minuten Sitzen am Beckenrand	12"	8	82,86	3,81	8	85,25	1,40
	36"	8	82,75	3,89	8	83,75	2,02
	60"	8	83,50	3,66	8	83,38	2,10
	24"	8	84,75	3,32	8	86,00	2,45
	48"	8	85,00	3,13	8	85,00	1,56
	12"	8	86,75	3,50	8	85,13	1,06
	36"	8	84,13	3,37	8	85,63	1,21
	60"	8	92,25	2,96	8	92,75	3,28
	12"	8	101,25	3,30	8	101,50	3,57
	24"	8	94,13	3,39	8	95,88	4,19
2 Minuten Stehen im Wasser	36"	8	87,75	3,53	8	91,00	2,95
	48"	8	84,5	3,42	8	85,88	1,97
	12"	8	83,25	3,14	8	84,00	3,40
	36"	8	83,13	3,13	8	81,63	3,96
	60"	8	86,00	2,36	8	82,75	3,74
	12"	8	103,25	3,21	8	101,50	3,57
	36"	8	114,00	2,61	8	117,50	2,84
	60"	8	122,38	2,54	8	124,63	3,28
	24"	8	130,13	3,47	8	129,00	3,76
	48"	8	134,88	4,85	8	132,63	4,24
3 Minuten Schwimmen bei Stufe I	12"	7	137,57	3,90	8	133,88	4,63
	36"	7	136,86	4,14	8	135,63	4,66
	60"	7	138,86	5,53	7	132,86	5,03

<u>Kuranfang</u>					<u>Kurende</u>		
	T	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
	24"	8	117,13	6,38	8	110,75	5,61
Pause 1	48"	8	108,25	6,73	8	103,50	5,54
mit 2 Min.	12"	8	101,38	6,18	8	92,38	5,73
Stehen im	36"	8	97,88	5,41	8	90,63	5,58
Wasser	60"	8	95,00	5,10	8	92,00	5,17
	12"	8	113,25	3,45	8	111,75	4,63
	36"	8	126,25	6,35	8	127,50	4,08
	60"	8	137,25	5,20	8	136,88	4,12
3 Minuten	24"	8	145,75	4,85	8	141,63	3,68
Schwimmen bei	48"	8	151,13	5,26	8	143,86	3,59
Stufe II	12"	7	155,14	5,99	7	146,57	2,83
	36"	7	157,00	6,04	7	149,00	3,91
	60"	7	158,43	5,81	7	148,86	4,39
	24"	8	138,38	5,29	8	135,38	4,47
Pause 2 mit	48"	8	123,50	5,65	8	120,13	6,70
2 Minuten	12"	8	114,50	6,13	8	115,63	5,57
Stehen im	36"	8	110,00	6,50	8	110,25	5,83
Wasser	60"	8	108,00	6,60	8	111,13	4,02

Herzfrequenz beim Schwimmen mit maximaler Kraft:

max.	Hf	8	148,88	5,38	8	149,50	5,80
	24"	8	128,63	5,95	8	128,25	7,46
2 Minuten	48"	8	113,75	5,50	8	114,13	5,71
Stehen im	12"	8	106,75	6,03	8	104,13	6,14
Wasser	36"	8	100,38	6,87	8	99,75	5,86
	60"	8	99,38	5,86	8	98,63	5,82

beim Schwimmen
mit max. Kraft
erreichte Teil-
striche auf der
Meßskala

8	3,93	0,62	8	4,98	0,76
---	------	------	---	------	------

3.3. Männer (s. Abb. 16)

In der Gruppe der 11 Männer weist das Profil der Herzfrequenz während des Schwimmversuchs keinen wesentlichen Unterschied zu dem der Frauen, bzw. dem des Gesamtkollektivs auf. Lediglich die Höchstwerte zu Ende der beiden Belastungsstufen liegen hier als Ausdruck einer besseren Leistungsfähigkeit gegenüber den Frauen niedriger als bei diesen.

(Spitzenwerte Stufe I/Kurbeginn: Männer: $132,55 \cdot \text{min}^{-1}$; Frauen: $138,36 \cdot \text{min}^{-1}$;
Spitzenwerte Stufe II/Kurbeginn: Männer: $151,36 \cdot \text{min}^{-1}$; Frauen: $158,43 \cdot \text{min}^{-1}$;))

Diese Leistungsfähigkeit ließ sich bis zum Kurende nicht weiter steigern, da die in der Graphik sichtbare geringfügige Erniedrigung der Herzfrequenz zu keinem Zeitpunkt den statistischen Anforderungen für Signifikanz auf dem 5 %-Niveau genügt. In den Erholungsphasen scheint jedoch eine Tendenz zu niedrigeren Werten gegeben zu sein. Eine Abnahme der Standardabweichung des Mittelwertes ist nicht festzustellen, sie liegt aber insgesamt niedriger als bei der Gruppe der Frauen.

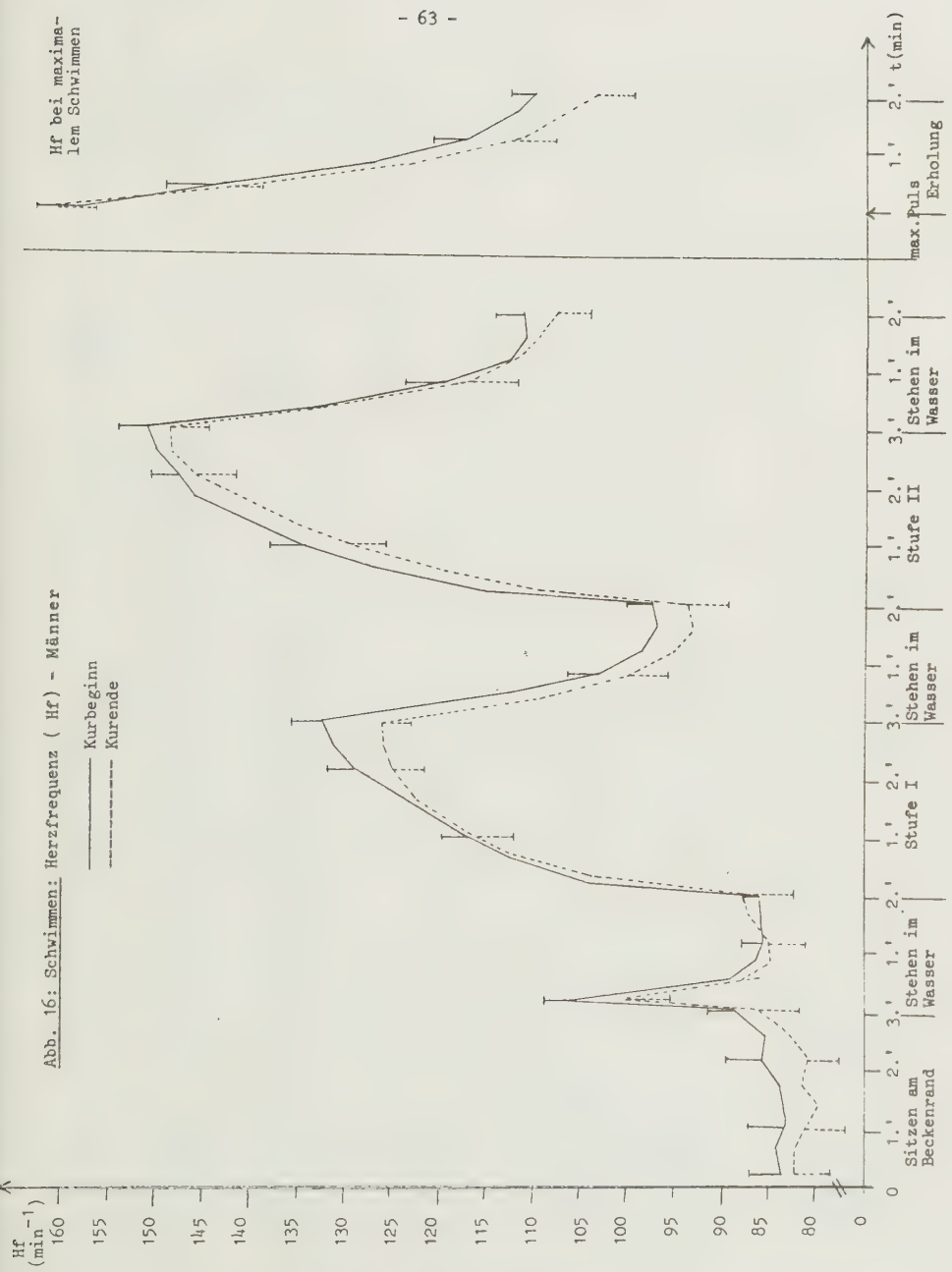
Beim kurzfristigen Schwimmen mit maximaler Kraft gegen den Widerstand steigt bei den Männern die Herzfrequenz höher als beim dreiminütigen Schwimmen bei Stufe II. Dies gilt für beide Meßtermine, wobei zu Kurende der Spitzenwert mit $161,81 \cdot \text{min}^{-1}$ gegenüber $158 \cdot \text{min}^{-1}$ zu Kurbeginn sogar gestiegen ist. Dabei konnte die Leistung von

- 8,97 Teilstrichen auf der Meßlatte auf
- 9,75 Teilstriche

verbessert werden. Dazu muß gesagt werden, daß zu Kurende von zwei Patienten das Ende der Skala erreicht wurde, d.h. eine mögliche noch größere Steigerung bei diesen beiden Probanden nicht registriert werden konnte. Demzufolge wäre auch im Durchschnitt aller Patienten eine stärkere Verbesserung zu erwarten.

Abb. 16: Schwimmen: Herzfrequenz (Hf) - Männer

— Kurbeginn
- - - - - Kurende



Tab.28: Herzfrequenz ($\text{Hf} \cdot \text{min}^{-1}$) während des Ablaufes des Schwimmversuches
 ----- bei den Belastungsstufen I und II und beim Schwimmen mit maximaler
 Kraft: Mittelwert und Standardabweichungen des Mittelwertes der
 Daten Kuranfang/Kurende - Männer

n = Anzahl der Patienten;

T = Zeitpunkt der Messungen;

$\bar{x}$ = Mittelwert der $\text{Hf} \cdot \text{min}^{-1}$;

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes;

		<u>Kuranfang</u>		<u>Kurende</u>			
	T	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
3 Minuten Sitzen am Beckenrand	12"	11	83,73	3,25	11	82,18	3,77
	36"	11	84,00	3,83	11	82,18	3,91
	60"	11	83,00	4,08	11	81,09	4,07
	24"	11	83,55	3,51	11	79,64	3,50
	48"	11	84,00	3,61	11	81,55	4,12
	12"	11	86,00	3,71	11	80,73	3,66
	36"	11	85,27	3,01	11	82,45	3,27
	60"	11	88,55	2,98	11	86,64	4,21
	12"	11	105,82	2,83	11	100,00	4,31
	24"	11	96,18	2,53	11	93,27	3,98
	36"	11	89,18	2,27	11	87,18	3,96
	48"	11	87,27	2,42	11	85,00	3,95
2 Minuten Stehen im Wasser	12"	11	85,82	2,11	11	85,00	3,72
	36"	11	86,00	2,09	11	87,09	4,42
	60"	11	86,00	1,94	11	87,45	5,06
	12"	11	103,91	3,48	11	100,36	4,90
	36"	11	111,82	2,72	11	110,73	3,99
	60"	11	117,18	2,66	11	116,45	3,50
	24"	11	122,09	3,00	11	120,18	3,17
	48"	11	125,18	2,76	11	123,45	3,19
	12"	11	129,36	3,07	11	125,36	2,95
	36"	11	131,55	3,78	11	125,91	2,95
	60"	11	132,55	3,52	11	126,27	2,90
	24"	11	116,18	2,68	11	109,55	3,52
Pause 1 mit 2 Minuten Stehen im Wasser	48"	11	104,00	2,78	11	100,18	4,07
	12"	11	99,18	2,50	11	95,91	4,03
	36"	11	97,45	2,59	11	93,36	4,04
	60"	11	97,82	2,66	11	93,82	4,07
	12"	11	114,55	2,91	11	109,55	4,54
	36"	11	127,09	2,96	11	120,64	3,99
	60"	11	135,09	2,83	11	129,36	3,69
	24"	11	140,18	2,86	11	136,27	3,44
	48"	11	145,91	3,34	11	141,45	3,64
	12"	11	148,00	3,15	11	146,18	3,97
	36"	11	150,27	3,06	11	148,91	4,03
	60"	11	151,36	3,05	11	149,00	3,78
3 Minuten Schwimmen bei Stufe II	24"	11	132,36	4,21	11	133,64	4,13
	48"	11	120,73	4,28	11	117,91	4,85
	12"	11	113,64	3,68	11	112,45	3,92
	36"	11	111,27	3,12	11	109,73	3,47
	60"	11	111,45	2,84	11	107,91	3,54
	24"	11	132,36	4,21	11	133,64	4,13
	48"	11	120,73	4,28	11	117,91	4,85
	12"	11	113,64	3,68	11	112,45	3,92
	36"	11	111,27	3,12	11	109,73	3,47
	60"	11	111,45	2,84	11	107,91	3,54
	24"	11	132,36	4,21	11	133,64	4,13
	48"	11	120,73	4,28	11	117,91	4,85
Pause 2 mit 2 Minuten Stehen im Wasser	12"	11	113,64	3,68	11	112,45	3,92
	36"	11	111,27	3,12	11	109,73	3,47
	60"	11	111,45	2,84	11	107,91	3,54
	24"	11	132,36	4,21	11	133,64	4,13
	48"	11	120,73	4,28	11	117,91	4,85
	12"	11	113,64	3,68	11	112,45	3,92
	36"	11	111,27	3,12	11	109,73	3,47
	60"	11	111,45	2,84	11	107,91	3,54
	24"	11	132,36	4,21	11	133,64	4,13
	48"	11	120,73	4,28	11	117,91	4,85
	12"	11	113,64	3,68	11	112,45	3,92
	36"	11	111,27	3,12	11	109,73	3,47
	60"	11	111,45	2,84	11	107,91	3,54

Herzfrequenz beim Schwimmen mit maximaler Kraft:

	T	n	<u>Kuranfang</u>		n	<u>Kurende</u>	
			$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
max. Hf		11	158,00	4,39	11	161,82	4,07
24"		11	142,27	4,37	11	140,73	2,65
2 Minuten		11	128,27	3,82	11	123,55	3,72
Stehen im		11	118,55	3,36	11	112,64	4,53
Wasser		11	113,18	2,67	11	108,27	4,56
60"		11	110,64	2,67	11	104,18	3,93
beim Schwimmen mit max. Kraft erreichte Teil- striche auf der Meßskala		11	8,97	0,96	11	9,75	1,12

3.4. Extrasystolen während des Schwimmens

Bei insgesamt vier Patienten konnten bei Durchsicht der Ekg-Streifen vereinzelt Extrasystolen registriert werden, davon bei dreien, die schon bei der Fahrradergometrie welche zeigten. Ein Abbruch aufgrund solcher Rhythmusstörungen war bei keinem Patienten nötig. Auch die Patientin, die während der Fahrradergometrie eine Salve von Extrasystolen aufwies, konnte an diesem Versuch teilnehmen, ohne daß ein derartiges Ereignis nochmals zur Beobachtung kam.

Tab.29: Häufigkeit ventrikulärer Extrasystolen von vier Patienten

----- während des Schwimmens im Vergleich Kuranfang/Kurende (vgl. Tab. 25)

Anzahl ventr. Extrasystolen

	<u>Kuranfang</u>	<u>Kurende</u>
Patient 1:	3	3
3:	4	4
6:	10	7
7:	4	3

Im Vergleich zur Fahrradergometrie tragen während des Schwimmens bei weniger Patienten Extrasystolen auf, die jedoch in ihrer Häufigkeit zu Kurende kaum abnahmen.

V. Diskussion

1. Ruhewerte

Bei keiner der drei Untersuchungen konnte nach dem dreiwöchigen Kurprogramm eine eindeutige Senkung der Ruheherzschlagfrequenz festgestellt werden. Dies gilt sowohl für das Kollektiv der Männer als auch der Frauen. In Bezug auf den Schellongtest stimmt dies nicht mit Ergebnissen von FICHTL (5) überein. Bei seiner Untersuchung eines allerdings vier Wochen dauernden Frühheilverfahrens mit Schwerpunkt "Terrainkur" zeigten seine Patienten beim Schellongtest eine Senkung der Ruheherzschlagfrequenz. Auch BLOHMKE (20) und BAIER (18), die jeweils den Einfluß aktivierender Kurbehandlung auf verschiedene Patientenkollektive untersuchten, kamen zu dem Ergebnis einer Senkung der Ruhefrequenz. Was die Fahrradergometrie anbelangt, so stimmt unser Ergebnis mit dem von FICHTL (5) und MEYER-BUSCHE (16) überein, die ebenfalls keine Senkung der Ruhemittelwerte fanden. Dieselbe Feststellung machte SCHADER (21), der vergleichende Untersuchungen über das Pulsfrequenzverhalten bei verschiedenen Belastungsarten im Rahmen einer vierwöchigen Kneippkur anstellte. Weder bei seinen Ergometeruntersuchungen noch bei seinen Schwimmversuchen sank zu Kurende die Ruhefrequenz, wie es auch bei uns der Fall war.

Bei den Ruhewerten des systolischen und diastolischen Blutdruckes kann bei Frauen und Männern unserer Patientengruppe nur von einer Senkungstendenz zu Kurende gesprochen werden, da sich die Unterschiede nicht statistisch absichern lassen. Dennoch weist dies in Richtung der Ergebnisse von FICHTL (5), MEYER-BUSCHE (16) und BLOHMKE (20), die bei Kuren längerer Dauer und damit längeren Untersuchungsabständen eindeutige Senkungen des systolischen, geringere auch des diastolischen Blutdruckes fanden.

2. Belastungswerte

Die Pulsfrequenz bei Belastung läßt bei keiner unserer Untersuchungen zu Kurende eine statistisch eindeutig zu sichernde Erniedrigung erkennen. Beim Schellongtest verhält sich die Herzfrequenz aller Patienten schon zu Kurbeginn entsprechend ihrer Beschwerdefreiheit wie die eines gesunden Kollektivs, wobei die Trennung der Auswertung nach Männern und Frauen keinen prinzipiellen Unterschied ergibt, außer der Tatsache, daß die weiblichen Probanden während des Stehens höhere Herzfrequenzen aufwiesen als die Männer. Zu Kurende zeigte sich bei ihnen jedoch eine stärkere wenn auch nicht signifikante Senkung dieses Belastungspulses, während er bei den Männern eher leicht ansteigend war. Systolischer und diastolischer Blutdruck unseres Kollektivs liegen über den gesamten Versuchsablauf ebenfalls im Normbereich, wobei die männlichen Probanden höhere Werte als die Frauen zu verzeichnen haben. Beide Gruppen lassen sowohl für den systolischen als auch den diastolischen Blutdruck eine Senkungstendenz erkennen. FICHTL (5) hingegen, der allerdings hauptsächlich Patienten mit der Diagnose "vegetative Dystonie" untersuchte, stellt ein eindeutiges Absinken aller drei Parameter über den Kurverlauf fest.

Das Verhalten der Herzfrequenz unserer Patienten bei der Ergometrieuntersuchung gibt ebenfalls keinen Aufschluß über einen Trainingserfolg im Sinne einer Frequenzerniedrigung, da die beim zweiten Meßtermin festzustellenden Pulssenkungen zu keinem Zeitpunkt statistisch signifikant auf dem 5 %-Niveau sind. Dabei weisen beide Gruppen außer der bekannten geringeren Leistungsfähigkeit der Frauen (HOLLMANN (27)), hier sichtbar am höheren Belastungspuls, keine wesentlichen Unterschiede auf. Dieser Leistungsunterschied tritt ebenfalls bei der PWC_{110} zu Tage, wo die Frauen bei Puls 110 min^{-1} eine niedrigere Wattleistung erbringen als die Männer und auch die Steigerung um 4,83 Watt im Kurverlauf geringer ausfällt, als bei den männlichen Patienten mit 8,12 Watt. Mit einer Leistungsdifferenz von 19,7 % zu Kurbeginn, bzw. 22,74 % zu Kurende liegt sie deutlich unter der von HOLLMANN (26) angegebenen Differenz von etwa einem Drittel, wie

sie z.B.. auch MC KINLEY WOOD (27) bei seinen vergleichenden ergometrischen Kurverlaufsbeobachtungen bestätigt. Sie legen dabei aber die Wattleistung bei der Pulsfrequenz von 130 min^{-1} zugrunde.

Die Steigerung bei unseren Patienten weist zwar auf eine Ökonomisierung des Kreislaufs, d.h. größere Leistung bei gleicher Pulszahl (HOLLMANN (28); MELLEROWICZ (29)) hin, wie sie z.B. FICHTL (5) und BAIER (18) bei der Ermittlung der PWC_{130} ihrer Patienten fanden, doch auch hier hält dieser Unterschied einer statistischen Überprüfung nicht stand.

Für die statistisch signifikante Senkung des systolischen Belastungsdruckes des Gesamtkollektivs zeigen sich die Männer verantwortlich. Bei den Frauen kommt zwar ebenfalls eine deutliche Senkung des systolischen Blutdruckes zur Beobachtung, die jedoch bei keiner Belastungsstufe statistisch abzusichern ist, wie es bei den Männern unter der Belastung 50, 75, 100 Watt der Fall ist. Dabei ist zu beachten, daß die weiblichen Patienten insgesamt einen niedrigeren systolischen Druck zu verzeichnen haben, als die Männer. MC KINLEY WOOD (27) hingegen stellt die stärkere Blutdrucksenkung bei seinen weiblichen Patienten nach vierwöchiger Kur fest, die Streuung nimmt stärker ab als bei den Männern, was bei Kurende auch für unsere Patienten zutrifft. Der diastolische Blutdruck bleibt bei beiden Geschlechtern im Vergleich zu Kurbeginn unverändert.

Ähnliche Ergebnisse mit einer Senkung des systolischen Blutdrucks im Kurverlauf, bzw. nach Training fanden ALGAN et. al. (17), ebenso wie KIRCHHOFF (19), während FICHTL (5) und BLOHMKE (20) dies in ihren Kuruntersuchungen nicht bestätigen konnten. Grundsätzlich muß hierzu jedoch gesagt werden, daß es nach ROST und HOLLMANN (8) nicht zulässig ist, vom systolischen Blutdruckverhalten unter Belastung auf die Leistungsfähigkeit von Testpersonen zu schließen, da es keine Abhängigkeit vom Trainingszustand zeigt, sondern vom Alter und eventuellen individuellen Faktoren.

So ist zwar nach Absolvierung unseres dreiwöchigen Kurprogramms eine Senkung insbesondere des systolischen Belastungsdruckes der Männer festzustellen, von

einer gestiegenen Leistungsfähigkeit im Sinne eines Trainingserfolgs kann jedoch deshalb nicht gesprochen werden.

Der häufige Aufenthalt im Thermalwasser während der Kur zeigt keinen Einfluß auf die Belastungsherzschlafrequenz beim Schwimmversuch. Weder bei den Frauen noch bei den Männern können wir eine statistisch signifikante Änderung des Pulsverhaltens registrieren. SCHADER (21), der einen ähnlichen Schwimmversuch mit Belastung durch eine Art Schwimmkranvorrichtung an 10 männlichen Patienten durchführte, sieht ebenfalls keine statistisch signifikante Senkung des Belastungspulses nach vier Wochen Kur. Dabei führten seine Patienten täglich ein halbstündiges Schwimmtraining durch. Vergleicht man seine Stufe 3 mit 3500 gr. Belastung mit der der gleichen Belastung entsprechenden Stufe II unserer männlichen Patienten, so liegen bei ihm am Ende einer dreiminütigen Schwimmphase die Durchschnittswerte zu Kurbeginn mit $157,9 \text{ min}^{-1}$ etwas höher als bei uns mit $151,36 \text{ min}^{-1}$. Dabei hatten seine Patienten keine Erholungsphase zwischen den einzelnen Belastungsstufen zur Verfügung. Nach vier Wochen Kur sinkt bei SCHADER dieser Wert auf $150,9 \text{ min}^{-1}$, bei unseren Patienten nach drei Wochen auf 149 min^{-1} . Untersuchungen über den Einfluß von Schwimmtraining auf die Herzfrequenz liegen von verschiedenen Autoren vor (MELLEROWICZ (22), CERMAK (23), MAUERSBERGER (24), Magel et al. (12)), die im wesentlichen eine Herzfrequenzerniedrigung nach Training beweisen, insbesondere eine ausgeprägte Ruhebradykardie und niedrigere Pulswerte beim maximalen Schwimmen im Vergleich zum Laufen, bzw. bei entsprechender Leistung an Luft (SCHMID-KESSEN (25)). Ein Vergleich der von diesen Autoren ermittelten Daten mit unseren ist schwer möglich, da dort hauptsächlich bei freiem Schwimmen untersucht wurde und so die Belastung nicht exakt zu bestimmen war. Auch die Dauer und Intensität des Trainings und das anders zusammengesetzte Patientengut läßt diesen Vergleich mit unserer Untersuchung nicht zu.

Eindeutige Unterschiede des Pulsverhaltens zwischen Männern und Frauen zu Kurende liegen nicht vor, wenngleich die Frauen bei Belastungsstufe II eine stärkere Senkungstendenz zeigen.

Beim Schwimmen mit maximaler Kraft tritt wieder die größere Leistungsfähigkeit der Männer zu Tage, entsprechend der höheren FWC_{110} bei der Fahrradergometrie. Die Steigerung zeigt mit 1,05 Teilstrichen auf der Skala bei den Frauen und 0,78 Teilstrichen bei den Männern (vgl. aber Punkt 3.3) keine wesentlichen Differenzen. Beide Gruppen bleiben in ihrem Pulsverhalten unverändert, wobei die Frauen nicht die Spitzenwerte wie beim Schwimmen bei Stufe II erreichen. Neben der erwähnten geringeren Leistungsfähigkeit spielt hier sicherlich auch die geringere Motivation der Frauen, als besonders "stark" zu erscheinen, aber auch die im allgemeinen schlechtere Schwimmtechnik eine Rolle. Die Männer sahen diesen Versuch eher als Wettbewerb und wollten sich den Frauen gegenüber als auch untereinander "beweisen", so daß sie sich stärker anstrebten.

3. Extrasystolen

Extrasystolen traten beim Schwimmen bei weniger Patienten auf als bei der Fahrradergometrie. Insbesondere kamen in keinem Fall Salven von Extrasystolen zur Beobachtung. Eine Tendenz zur Abnahme zu Kurende ist im Gegensatz zur Fahrradergometrie nicht festzustellen. Bis auf eine Ausnahme zeigten beim Schwimmen nur die Patienten Extrasystolen, bei denen bereits während der Ergometrie welche registriert wurden. SCHADER (21) hingegen fand häufiger Extrasystolen beim Schwimmen als bei der Fahrradergometrie. Weder bei seinen noch bei unseren Patienten führten sie jedoch zu subjektiven Symptomen. Ein Anhalt für eine Zunahme von Herzrhythmusstörungen bei Belastung im Thermalwasser im Vergleich zur Belastung an Luft ist nicht gegeben.

4. Kritische Betrachtung der Untersuchung

Die Teilnahme an einem dreiwöchigen festen Kurprogramm zeigte an unserem Patientenkollektiv keine entscheidenden Einflüsse auf die Herz- Kreislauf-funktionen im Sinne einer eindeutigen Herzfrequenzerniedrigung als Ausdruck einer verbesserten Leistungsfähigkeit. Lediglich die Gruppe der Männer zeigte unter der Belastung während der Fahrradergometrie eine statistisch signifikante Senkung des systolischen Blutdrucks. Für dieses Ergebnis zeigen sich meines Erachtens folgende Faktoren verantwortlich:

Nach MAGYAROSY (2) und JORDAN (4), die Untersuchungen über Kureffekte anstellten, ist für eine effektive Kurorttherapie eine Kurdauer von 28 Tagen notwendig. Diese Voraussetzung konnte zum Zeitpunkt unserer Untersuchungen im Sommer 1982 kaum ein Patient erfüllen, da bereits die Auswirkungen des Kostendämpfungsgesetzes im Gesundheitswesen zum Tragen kamen. Diese machten sich in einem Rückgang der Anzahl der Kurgäste und kürzerem Kuraufenthalt bemerkbar. Für uns hatte dies zur Folge, daß wir nur mit Mühe 20 Patienten fanden, die bereit waren, sich diesem Kurprogramm zu unterziehen, wobei jedoch niemand mehr als drei Wochen zur Verfügung hatte. Die Anreise erfolgte meist am Wochenende, die erste Untersuchung wegen des sonst zu kurzen Untersuchungsabstandes bereits am darauffolgenden Dienstag, so daß der von DIRNAGL und DREXEL (30) beschriebene Ersttagseffekt nicht vollständig umgangen werden konnte.

Die Abschlußuntersuchung fand in der dritten Kurwoche statt, in der nach JORDAN (4) ja erst eine histiotrope Umstimmung stattfindet, die ökonomisch ist und als echter Normalisierungseffekt angesprochen werden kann. MAGYAROSY (2) und DIRNAGL et. al. (31) stellten in ihren Kuruntersuchungen Maxima der reaktiven Labilität innerhalb der ersten und dritten Kurwoche fest. Als weiteren Faktor darf man nicht vergessen, daß der Schwerpunkt des Kurprogramms auf gymnastischen Übungen zur Therapie von Wirbelsäulenleiden lag, die Verbesserung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit also nicht das Hauptanliegen war.

Weiterhin war unsere Patientengruppe vom vorhandenen Leistungsstandard sehr inhomogen. Zudem konnte die "Terrainkur" nicht als Training im Sinne einer dosierten Belastung durchgeführt werden, da es, wie schon erwähnt, nicht möglich war, andere Kurgäste von der Teilnahme auszuschließen. Die Anforderungen, die die durchführenden Krankengymnasten stellten, richteten sich so immer nach dem leistungsmäßig schwächsten Teilnehmer.

Das Schwimmen gestaltete sich nur als "freies Schwimmen" im Thermalwasser, ein echtes Training war schon aufgrund der zu geringen Beckengröße nicht möglich und im Kurprogramm nach SCHNIZER (1) auch nicht vorgesehen.

Schließlich war es schwierig, die Patienten zu motivieren, an einem straff geführten Kurprogramm regelmäßig teilzunehmen, da vielen die zeitliche Belastung insbesondere auch durch die Eingangs- und Abschlußuntersuchungen zu groß erschien.

Demgegenüber waren die methodischen Schwierigkeiten bei der Datenerhebung relativ gering: Neben dem schon beschriebenen Problem der diastolischen Blutdruckmessung gab es hauptsächlich beim Schwimmen Probleme:

- Die Platzierung der Elektroden bei der Telemetrie konnte nicht zufriedenstellend gelöst werden, Artefakte durch Verwickeln traten besonders bei adipösen Patienten relativ häufig auf. SCHADER (21) versuchte dies durch prästernale Ableitungspunkte zu vermeiden, indem er die drei Elektroden übereinander am Sternum befestigte und so störende Potentiale verminderte.
- Das wassergefüllte System der Zugvorrichtung war nicht luftdicht, so daß sich durch Luftblasen im Gummizylinder der Widerstandswert bei der Eichung oft als verändert erwies und so ständig entlüftet werden mußte.
- Ein weiterer nicht zu vermeidender Umstand waren die Zuschauer, die durch entsprechende Kommentare Einfluß auf unsere Patienten ausübten.

Die Effektivität dieses Kurprogramms hinsichtlich Steigerung der Leistungsfähigkeit des Herz- Kreislaufsystems könnte oben Gesagtem zufolge im wesentlichen dadurch gesteigert werden, daß

1. das Kurprogramm auf eine Dauer von vier Wochen erweitert wird,
2. jeweils zu Wochenbeginn eine Patientengruppe zusammengestellt wird, die für die restliche Kur konstant bleibt und von einem Betreuer "trainiert" wird,
3. die Einteilung dieser Gruppen die vorhandene Leistungsfähigkeit berücksichtigt.

Auf diese Weise könnte die Leistungsfähigkeit der Kurpatienten, die ja andeutungsweise bereits hier eine Verbesserung aufweist, weiter gesteigert werden, zumal dieses Programm von der Konzeption her von unseren Patienten durchwegs positiv beurteilt wurde und einige ihr Wiederkommen zur Kur sogar von der erneuten Teilnahme daran anhängig machten.

VI. Zusammenfassung

1. Im August/September 1982 wurde im Thermalbad Birnbach/Niederbayern an einer Gruppe von 20 Patienten, die jeweils drei Wochen an einem definierten Kurprogramm teilnahmen, untersucht, welcher Einfluß auf die Herz- Kreislaufverhältnisse nach Absolvierung dieser Kur festzustellen waren.
2. Schwerpunkt dieses Kurprogramms war die Behandlung von Beschwerden der Wirbelsäule mittels balneologischer Anwendungen und spezieller Gymnastik verbunden mit einer sogenannten Terrainkur zur Aktivierung des Kreislaufs.
3. Es fand jeweils eine Eingangs- und Abschlußuntersuchung statt, die aus Schellongtest, Belastungsfahrradergometrie und einer telemetrischen Herzfrequenzprofilermittlung beim Schwimmen gegen einen definierten Widerstand bestanden.
4. Gemessen wurden jeweils die Herzfrequenz, beim Schellongtest und der Fahrradergometrie zusätzlich systolischer und diastolischer Blutdruck. Auftretene Extrasystolen im Vergleich der Belastungen an Land und im Wasser wurden registriert.
5. Die Auswertung der Ergebnisse ergibt bei keiner der drei Untersuchungen eine eindeutige Senkung der Ruhewerte für Herzfrequenz, systolischen und diastolischen Blutdruck. Auch unter Belastung kann man für alle gemessenen Parameter nur von einer Senkungstendenz zu Kurende sprechen mit Ausnahme des systolischen Blutdrucks der Männer während der Fahrradergometrie, der eine statistisch signifikante Erniedrigung zeigt.
6. Die Belastung im Thermalwasser ergibt keine Zunahme von Herzrhythmusstörungen im Vergleich mit Belastung an Luft.
7. Erklärungen für die sich nur als Tendenz zeigende Leistungssteigerung zu Kurende werden gegeben und entsprechende Verbesserungsvorschläge gemacht.

VII. Literatur

- ALGAN et. al. (17) Einfluß eines vierwöchigen leichten Trainings auf die kardiale Leistungsfähigkeit von Kurpatienten; Zeitschrift für Bäder und Klimaheilkunde 22: S.308 (1975)
- BAIER H. (18) Die Beeinflussung von körperlicher Leistungsfähigkeit und Kreislauffunktion durch aktivierende Kurbehandlung bei Patienten mit funktionellen Herz- und Kreislaufstörungen
Z. Phys. Med. 2: 356 (1971)
- BECKER, T.R. (14) Schwimmen und Tauchen bei 3-10 jährigen Kindern
(MOCELLIN) Zeitschrift für Kinderheilkunde 118: 25-44 (1974))
- BLOHMKE M. (20) Die Wirkung der aktiven Übungsbehandlung auf die Herz- und Kreislaufreaktion gesunder Männer in Ruhe und während Belastung
Zeitschrift für Kreislaufforschung 55: 329 (1966)
- CERMAK J. e.a. (23) Die Unterschiede in der Funktionstüchtigkeit des Kreislaufsystems von Schülern der Experimentalschwimmklassen im Vergleich mit gleichaltrigen keinen Sport treibenden Schülern
Schweiz. Zeitschrift für Sportmedizin (Geneve)
17: 9-19 (1969)
- DIRNAGL u.
DREXEL (30) Ergebnisse einer Kurlängsschnittuntersuchung in Bad Wörishofen und deren Vergleich mit anderen Versuchsreihen Symposium II über Kurverlaufs- und Kurerfolgsbeurteilung (Hsgb. W. Teichmann); Sanitasverlag, Bad Wörishofen 1968

- DIRNAGL, K. (31) Analyse des Kurverlaufs
DREXEL, H. Münch. med. Wschr. 116 Nr. 11: 529 (1974)
KLEINSCHMIDT, J.
- FICHTL, H. (5) Orthostatische und ergometrische Belastung während
eines vierwöchigen Frühheilverfahrens in Buching/Allgäu
Med. Diss. München 1979
- HOLLMANN, W. (26) Vergleichende Arbeitsuntersuchungen männlicher und
VALENTIN, H. weiblicher Personen unter fortlaufender Registrierung
VENRATH, H. von Ventilation, Stoffwechsel, Pulsfrequenz und Blut-
druck/Münch. med. Wschr. 39: 1680 (1959)
- HOLLMANN, W. (28) Höchst- und Dauerleistungsfähigkeit des Sportlers
J.A. Barth München 1963
- HOLMER I. (13) Swimming training and maximal oxygen uptake
ASTRAND, P.O. in Appl. Physiol. 33: 510-513 (1972)
- HUEP, W.W. (10) Hypotone Regulationsstörungen des Kreislaufs
GERSMEYER, E.E. Med. Klinik 64: 2009 - 2014 (1969)
- HÜLLEMANN, K.D. (15) Schwimmen und Herzinfarkt-rehabilitation; Sonderdruck
"Medizinische Technik" 92. Jahrgang Heft 4/1972 S. 149-152
- JORDAN (4) Kurverlauf und Kureffekt
Zeitschrift für Physiotherapie 4: 267 (1972)
- MAUERSBERGER, R.G. (24) Untersuchungen über Herzzeitwerte bei trainierenden und
nicht trainierenden Kindern
Med. Sport 2: 48 - 53 (1973)
- MCKINLEY WOOD, R. (27) Vergleichende ergometrische Kurverlaufsbeobachtungen
Med. Dissertation München 1977

- MAGEL et. al. (12) Telemetred heart rate response to selected competitive swimming event
in Appl. Physiol. 26: 764-770 (1969)
- KIRCHHOFF, H.W. (19) Praktische Funktionsdiagnostik des Herzens und Kreislaufs
J. A. Barth, München 1965
- MAGYAROSY, I. (2) Kureffekte, dargestellt an Längsschnittuntersuchungen in bayerischen Heilbädern
Zeitschrift für Bäder und Klimaheilkunde 24:115 (1977)
- MELLEROWICZ, H. (22) Herz und Kreislauf beim Schwimmen
in: Sportmedizin und Schwimmen/ Sonderheft Theorie und Praxis der Körperkultur (1957)
- MELLEROWICZ, H. (29) Ergometrie
Urban und Schwarzenberg-Verlag 1975
- MEYER-BUSCHE, G. (16) Ergometrische Verlaufsbeobachtungen an Kurpatienten mit funktionellen Hyper- und hypotonen Kreislaufregulationsstörungen in Bad Wiessee
Med. Diss. München 1975
- NÖCKER, J. (11) Die biologischen Grundlagen der Leistungssteigerung durch Training
Verlag Karl Hoffmann, 5. Auflage 1974
- POSSE, P. (6) Bewegung als Teilfaktor der Kurorttherapie
Zeitschrift für Bäder- und Klimaheilkunde 24:120 (1977)
- REINHOLD (3) Der Einsatz von Kuren und Bädern
Zeitschrift für Physiotherapie 32:139 (1980)
- ROST und HOLLMANN (8) Belastungsuntersuchungen in der Praxis
Georg Thieme Verlag 1982

- SCHADER, B. (21) Vergleichende Untersuchungen über das Pulsfrequenzverhalten bei verschiedenen Bewegungsarten im Rahmen einer Kneippkur
Med. Diss. München 1977
- SHELLONG, F. (9) Regulationsprüfung des Kreislaufs
Verlag Dr. D. Steinkopff, Darmstadt 1954, 2. Auflage
- SCHMIDT-KESSEN (25) Kardiopulmonale Regulation im Bewegungsbad
Zeitschrift für Bäder und Klimaheilkunde 21. Jahrgang:
S. 455 (1975)
- SCHNIZER, W. (1) Die Birnbacher Autofahrerkur
Gutachten des Instituts für Med. Klimatologie und
Balneologie der Univ. München (1980)
- WAHLUND, H. (7) Determination of the physikal working capacity
Acta med. scand. 132 Suppl. 215 (1948)

Herrn Prof. Dr. H. Drexel, Vorstand des Instituts für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München, danke ich für die Möglichkeit der Bearbeitung des Themas an seinem Institut.

Ebenfalls danken möchte ich Herrn Prof. Dr. med. W. Schnizer für die freundliche Überlassung des Themas sowie für die Betreuung bei dessen Bearbeitung.

Herrn Hanns Weber, Verwaltungsdirektor im Landratsamt Rottal-Inn danke ich für die großzügige Unterstützung und die guten Rahmenbedingungen während meiner Untersuchungen.

Mein weiterer Dank gilt Herrn Dr. Hellwig, niedergelassener Badearzt in Birnbach, für die freundliche Überlassung seiner Praxisräume und Untersuchungsgeräte.

Lebenslauf

Ich, Johannes Georg Frank, wurde am 18. Januar 1958 als erster Sohn des Postbeamten Johann Baptist Frank und seiner Ehefrau Agnes, geb. Baier in München geboren. Vom 06. bis 10. Lebensjahr besuchte ich die Volksschule an der Hirschbergstraße in München Neuhausen. Anschließend wechselte ich in das Wittelsbacher Gymnasium in München, an dem ich im Juni 1977 mit dem Erwerb des Zeugnisses der allgemeinen Hochschulreife meine Schulausbildung abschloß.

Vom Juli 1977 bis zum September 1978 leistete ich meinen Grundwehrdienst bei der Fernmeldeausbildungskompanie in Murnau bzw. dem Fernmeldelehrbataillon in Starnberg ab. Im November 1978 begann ich mein Studium der Medizin an der Ludwig-Maximilians Universität München, das ich im Oktober 1984 mit Bestehen des Dritten Abschnittes der Ärztlichen Prüfung abgeschlossen habe. Seit Mai 1985 bin ich als Assistenzarzt für Chirurgie am Städtischen Krankenhaus München-Harlaching tätig.

